

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO OESTE – CEO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA– PPGZOO**

CARLOS JÔNATAS DE SOUSA TEIXEIRA

**RELAÇÃO CÁLCIO TOTAL/FÓSFORO DISPONÍVEL PARA GALINHAS
POEDEIRAS LEVES DE 50 A 69 SEMANAS DE IDADE**

CHAPECÓ

2022

CARLOS JÔNATAS DE SOUSA TEIXEIRA

**RELAÇÃO CÁLCIO TOTAL/FÓSFORO DISPONÍVEL PARA GALINHAS
POEDEIRAS LEVES DE 50 A 69 SEMANAS DE IDADE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.
Orientador: Prof. Dr. Fernando de Castro Tavernari
Co-orientador: Marcel Manente Boiago
Tiago Goulart Petrolli

CHAPECÓ

2022

Sousa Teixeira, Carlos Jônatas

Relação cálcio total/fósforo disponível para galinhas poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade / Carlos Jônatas Sousa Teixeira. -- 2022.
76 p.

Orientador: Fernando de Castro Tavernari

Coorientador: Marcel Manente Boiago

Coorientador: Tiago Goulart Petrolli

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Chapecó, 2022.

1. calcário. 2. fosfato. 3. granulometria. 4. estrutura óssea.
5. qualidade do ovo. I. Tavernari, Fernando de Castro . II. Boiago, Marcel Manente . Petrolli, Tiago Goulart . III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CARLOS JÔNATAS DE SOUSA TEIXEIRA

**RELAÇÃO CÁLCIO TOTAL/FÓSFORO DISPONÍVEL PARA GALINHAS
POEDEIRAS LEVES DE 50 A 69 SEMANAS DE IDADE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.
Orientador: Prof. Dr. Fernando de Castro Tavernari

BANCA EXAMINADORA

Membros:

Dr. Fernando de Castro Tavernari
Universidade do Estado de Santa Catarina/EMBRAPA

Dr(a). Arele Arlindo Calderano
Universidade Federal de Viçosa

Dr. Claudson Brito
Universidade Federal de Sergipe

Chapecó, 05 de maio de 2022.

A Deus, por sua graça, amor inefável e por me sustentar em todo o tempo.

Aos meu Heróis da Fé, meu grandioso pai Antonio Teixeira e minha amada mãe Teresinha Teixeira, meu muito obrigado pelo amor, carinho, dedicação e por nunca desistir de mim.

Aos meus irmãos, e amigos que estiveram comigo nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

A DEUS seja a honra e gloria para todo o sempre. Sem a vossa graça e misericórdia eu não chegaria até aqui. Devo ao Senhor minha vida e fidelidade para todo o sempre e por me proporcionar coragem e fé para prosseguir.

Agradeço aos meus pais Antônio Teixeira e minha Mãe Teresinha Teixeira pelo apoio que sempre me deram, e que se propuseram em estar comigo em todos os momentos e por intercederem nas madrugadas ao nosso Senhor por minha vida. E as meus queridos e amados irmãos que fazem o possível em me ajudar nessa caminhada.

Agradeço aos amigos e parceiros que tive a honra de conhece-los e tê-los por perto nessa jornada, em especial minha amiga irmã Natália dos Santos Bezerra e seu amado esposo e amigo Idair Piccinin, no qual, sempre estiveram dispostos em ajudar ser companheiros em todas as situações nessa dura caminhada. A tia Vanda pelos concelhos memoráveis e pelos momentos felizes que tivemos e os que ainda não tivemos. A minha amiga Maiani que tive o prazer de conhece-la na vida de mestrado, e que lutamos a cada dia para sobreviver nesta jornada, compartilhando dores e muito aprendizado.

Agradeço ao meu orientador, o professor Dr. Fernando de Castro Tavernari por aceitar em conduzir o meu trabalho de pesquisa, pelos concelhos e vivências na vida acadêmica. Momentos de grande aprendizado que merecem ser levados na vida. Meus muito obrigado professor.

À Embrapa Suínos e Aves e toda sua equipe, meu muito obrigado pela oportunidade dada, pelos excelentes profissionais capacitados e sempre dispostos a fazerem um excelente trabalho. Meu muito obrigado pela parceria na realização dos experimentos da minha dissertação.

A todos os meus professores do curso da Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc - CEO pela excelência da qualidade técnica de cada um, em especial aos professores Marcel Manente Boiago, Aleksandro Schafer da Silva e ao professor Diovani Paiano, homens de um coração bom e amigo. Devo também meus agradecimentos a professora Maria Luisa pela dedicação na realização deste trabalho.

Devo meus agradecimentos ao grupo de estudos GEAVI da UDESC, pelos momentos de grande aprendizado e de muita diversão. Foi um lugar onde pude

conhecer gente de bom coração e dispostos a sempre estarem juntos. Um imenso prazer poder conhecer e conviver com cada um de vocês.

A todos meus muito obrigado!

RESUMO

As galinhas poedeiras são geneticamente selecionadas para atingir altos níveis de desempenho durante os ciclos de postura, entretanto, inúmeros fatores podem afetar negativamente a expressão do seu potencial produtivo e a qualidade dos ovos e ósseo. O cálcio e o fósforo são minerais cruciais para a produção e a qualidade dos ovos e para adequada mineralização e calcificação óssea. Todavia, as poedeiras modernas são muito sensíveis às variações dos níveis nutricionais da dieta. O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes inclusões de cálcio e fósforo e a relação cálcio/fósforo disponível com dois tipos de granulometrias de calcário na dieta de galinhas poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade. O experimento foi realizado na unidade experimental da Embrapa Suínos e Aves localizada em Concórdia – SC. Neste ensaio, foram utilizadas 1.260 poedeiras leves da linhagem Bovans White em um delineamento em blocos inteiramente casualizado com tratamentos dispostos no esquema fatorial composto central rotacionado para os níveis de Ca e P em duas diferentes granulometrias de calcário com 18 tratamentos e 10 repetições com 7 aves por unidade experimental totalizando 18 semanas de experimento. Foram avaliados ao final de cada ciclo experimental de 28 dias os parâmetros de desempenho produtivo (consumo de ração, conversão por massa e conversão por dúzia de ovos, peso médio e produção de ovos) e de qualidade do ovo (porcentagem e peso de albúmen, porcentagem e peso da gema, cor, unidade Haugh, peso, porcentagem, espessura e resistência da casca, densidade do ovo e viabilidade), e ao término do experimento uma ave por unidade experimental foram abatidas e coletados a tíbia para a avaliação da qualidade e resistência óssea. Com base nos resultados, concluiu-se que as variáveis de desempenho produtivo não foram afetadas pela granulometria do calcário. No entanto, os componentes lineares de Ca, P e de calcário e a variável bloco influenciaram cada variável de desempenho e qualidade de ovo estudada ($p \leq 0,05$). Os parâmetros de qualidade do ovo, apresentaram melhores resultados com dietas contendo a interação do calcário fino (50%) x calcário grosso (50%) e maior qualidade na

resistência de quebra da tíbia quando suplementados com calcário com granulometria fino. Com base nisso, recomendamos a inclusão de 4,42% de Ca e 0,35% de P e a relação Ca:P de 12.1% em dietas para galinhas poedeiras leves de 53 a 69 semanas de idade. Além disso, a granulometria 50% CF + 50% CG é a melhor para manter a qualidade do ovo e manutenção do tecido ósseo.

Palavras-chave: calcário; f osfato; granulometria; estrutura óssea; qualidade do ovo.

ABSTRACT

Laying hens are genetically selected to achieve high levels of performance during laying cycles, however, numerous factors can negatively affect the expression of their productive potential and egg and bone quality. Calcium and phosphorus are crucial minerals for egg production and quality and for proper bone mineralization and calcification. However, modern layers are very sensitive to variations in dietary nutrient levels. The experiment was carried out with the objective of evaluating different calcium and phosphorus inclusions and the calcium/available phosphorus ratio with two types of limestone granulometries in the diet of light laying hens from 50 to 69 weeks of age. The experiment was performed at the experimental unit of Embrapa Swine and Poultry Research located in Concordia, SC. In this trial, 1,260 Bovans White layers were used in an entirely randomized block design with treatments arranged in a central composite factorial scheme for Ca and P levels in two different lime granulometries with 18 treatments and 10 repetitions with 7 birds per experimental unit, totaling 18 experimental weeks. At the end of each 28-day experimental cycle, the parameters of productive performance (feed consumption, conversion per mass and conversion per dozen eggs, average weight and egg production) and egg quality (percentage and weight of albumen, percentage and weight of yolk, color, Haugh unit, weight, percentage, thickness and shell strength, egg density and viability) were evaluated. Based on the results, it is concluded that the productive performance variables were not affected by limestone granulometry. However, the linear components of Ca, P and limestone and the block variable influenced each performance and egg quality variable studied ($p \leq 0.05$). The egg quality parameters, showed better results with diets containing the interaction of fine limestone (50%) x coarse limestone (50%) and higher quality in tibia breaking strength when supplemented with limestone with fine grain size. Based on this, we recommend the inclusion of 4.42% Ca and 0.35% P and Ca:P ratio of 12.1% in diets for light laying hens from 53 to 69 weeks of age. Furthermore, the 50% CF + 50% CG particle size is the best for maintaining egg quality and bone tissue

maintenance.

Keywords: Limestone; Phosphate; Granulometry; Bone structure; Egg quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Efeito da interação de Ca e P sob o consumo médio diário	47
Figura 2 - Efeito da interação de Ca e P sob o consumo médio diário conversão alimentar por dúzia de ovos.....	48
Figura 3 – Efeito da interação de Ca e P sob a conversão por massa	48
Figura 4 – Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a cor	49
Figura 5 – Efeito da interação de Ca, P sob a variável densidade	50
Figura 6 – Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a espessura da casca	51
Figura 7 – Efeito da interação de Ca, P e granulometria do calcário sob a massa de ovos/ ave alojada.....	52
Figura 8 – Massa de ovo/ave dia em função do nível de Ca	53
Figura 9 – Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a variável ovos ave/alojada	54
Figura 10 – Ovos/ave/dia (a) e ovos bons/ave/dia (b) em função do nível de Ca.	55
Figura 11 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria do calcário sob avariável ovos/bons/ave alojada.....	56
Figura 12 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a variável peso da casca do ovo	57
Figura 13 - Porcentagem de albúmen em função do nível de Ca da dieta	58
Figura 14 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a variável porcentagem de casca do ovo.....	59
Figura 15 – Resistência da casca em função do nível de Ca da dieta	60
Figura 16 – Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a viabilidade das aves	61
Figura 17 – Efeito do Ca sob a área da tíbia.....	64
Figura 18 –Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob o comprimento da tíbia.....	65
Figura 19 – Efeito da interação de Ca e P sob o comprimento do úmero	66
Figura 20 – Distância da tíbia em função do nível de Ca da dieta	67
Figura 21 – Efeito da interação de Ca e P sob a flexibilidade da tíbia.	67
Figura 22 – Efeito da interação de Ca e P sob a força de quebra da tíbia.....	68
Figura 23 – Efeito dos níveis de Ca sob o peso da ave	69
Figura 24 – Peso da tíbia em função do nível de Ca e granulometria do calcário da dieta.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fontes de cálcio, Fósforo e suas biodisponibilidades.....	22
Tabela 2 - Exigências nutricionais de Ca e P e relação Ca:P para poedeiras leves (g/ave/dia).	26
Tabela 3 - Tratamentos, inclusões e granulometria do Ca, P e relação Ca/P	37
Tabela 4 - Composição das rações experimentais para poedeiras leves.	37
Tabela 5a - Níveis descritivos da análise de variância de desempenho de poedeiras leves.....	43
Tabela 5b - Níveis descritivos da análise da variância de desempenho e qualidade de ovo de poedeiras leves.....	43
Tabela 5c - Níveis descritivos da análise de variância para a qualidade de ovo de poedeiras leves.	44
Tabela 5d - Níveis descritivos da análise de variância de desempenho e qualidade de ovo de poedeiras leves.....	44
Tabela 6 - Desempenho produtivo de poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade em função da granulometria.....	45
Tabela 7 - Qualidade de ovo das poedeiras leves de 50 a 69 em função da granulometria	45
Tabela 8 - Qualidade e resistência óssea de galinhas poedeiras leves em função da granulometria do calcário.	62
Tabela 9a - Níveis descritivos da análise da variância para a qualidade óssea de poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade	63
Tabela 9b - Níveis descritivos da análise da variância para a qualidade óssea de poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CF	Calcário Fino.
CG	Calcário Grosso.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
FB	Fosfato Bicálcico.
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	IMPORTÂNCIA DOS MINERAIS NA NUTRIÇÃO DE AVES DE POSTURA	18
2.2	FONTES DE CÁLCIO E FÓSFORO PARA POEDEIRAS.....	20
2.3	IMPORTÂNCIA DO CÁLCIO E FÓSFORO E DAS RELAÇÕES CÁLCIO: FOSFORO NO DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVES E NA QUALIDADE DOS OVOS.....	23
2.4.	TECIDO ÓSSEO E A RELAÇÃO CÁLCIO E FÓSFORO SOBRE A RESISTÊNCIA ÓSSEA DAS AVÉS.....	28
3.	OBJETIVOS	30
3.1	OBJETIVOS GERAL	30
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
4.	ARTIGO 1: RELAÇÃO CÁLCIO TOTAL/FÓSFORO DISPONIVEL PARA GALINHAS POEDEIRAS LEVES DE 50 a 69 SEMANAS DE IDADE	31
4.1	INTRODUÇÃO.....	32
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.2.1	local e delineamento experimental	36
4.2.2	Dietas e tratamentos.....	36
4.2.3	Coleta de ovos	36
4.2.4	Determinação dos índices Zootécnicos.....	38
4.2.5	Análise física dos ovos.....	39
4.2.6	Análise de resistência óssea.....	40
4.2.7	Análise estatística	41
4.3	RESULTADOS E DISCUSÃO	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
	REFERÊNCIAS	72
	ANEXO A – COMPROVANTE DO CEUA.....	76

1 INTRODUÇÃO

O sucesso atual da avicultura tem sido um reflexo de vários esforços voltados na obtenção do domínio da nutrição, da ambiência, do manejo e da sanidade para permitir que a ave possa expressar o máximo potencial genético e, desta forma, alcançar o retorno econômico desejado. A produção de ovos em 2021 atingiu 54.503 bilhões de unidades, enquanto que em 2020 a produção foi de 53.533 bilhões de unidades, o que caracteriza o país como um verdadeiro celeiro de proteína animal no mundo (ABPA, 2021).

No cenário atual da avicultura para a produção de ovos, a atenção está inteiramente voltada aos diversos fatores relacionados a qualidade do produto final durante todo o ciclo produtivo, e a qualidade óssea destas aves ao término de sua vida produtiva. Desta forma, levando em consideração a importância do cálcio, do fósforo e da partícula do calcário no processo de formação do ovo e da estrutura óssea, pesquisadores (MURATA et al., 2009; VELLASCO et al., 2011; ARAÚJO et al., 2011; PASTORE et al. 2013, falam da importância de estudar e avaliar cada ponto de influência destes minerais e de suas fontes, assim como suas características físicas e químicas, visando a melhoria da qualidade interna e externa dos ovos e da resistência óssea das poedeiras.

Definir as exigências de Ca e P para poedeiras comerciais tem sido um desafio constante para os nutricionistas, devido as necessidades do Ca na dieta das aves se alterar constantemente.

O cálcio e o fósforo exercem importantes funções no sistema metabólico das aves, influenciam na reprodução, no crescimento, no metabolismo energético, dentre outras funções fisiológicas. Processos essenciais para uma boa produção e manutenção animal. E quando se trata de produção de ovos e qualidade óssea, estes minerais possuem ligação direta na qualidade final. A granulometria do calcário ofertado também é um influenciador, ambos induzem numa melhor taxa de postura, peso dos ovos, na conversão alimentar e na estrutura óssea destas aves (SCHMIDT, 2018).

Além de conhecer as exigências de cálcio e fósforo, é importante conhecer e entender a relação entre si para as poedeiras. Conhecendo-se

cada valor, pode-se evitar o excesso ou falta destes minerais na dieta destes animais, reduzindo perdas nos parâmetros zootécnicos.

Diante do exposto, objetivou-se com o desenvolvimento deste trabalho avaliar diferentes inclusões de cálcio e fósforo e suas relações, bem como granulometria do calcário na dieta de galinhas poedeiras leves de 53 a 69 semanas de idade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DOS MINERAIS NA NUTRIÇÃO DE AVES DE POSTURA

O aperfeiçoamento na nutrição para aves de postura nas últimas décadas tem sido atribuído a inúmeros fatores, tais como: o uso de vitaminas sintéticas, enzimas, aminoácidos, a substituição da proteína bruta pela proteína ideal, o aprimoramento de programas alimentares satisfazendo as exigências especiais durante o ciclo produtivo, o progresso genético das linhagens comerciais, a adição de macro e micro-elementos às dietas. Estes fatores tem contribuído no processo de modernização continuada dos sistemas produtivos (RUTZ et al, 2000).

Algumas demandas precisam ser atendidas quando se trabalha com a nutrição de aves de postura, no entanto fatores como: alta produção de ovos, rações à base de ingredientes vegetais pobres em minerais, a aplicação incorreto de farinhas de origem animal nas rações, o uso de rações com incorreta densidade nutricional vem produzindo sérios impactos na excreção mineral no ambiente (BERTECHINI, 2006). Fatores como estes influenciam de forma decisiva no fornecimento adequado dos minerais na nutrição destes animais, o que nos leva a busca pelo aprimoramento de índices adequados de minerais para serem aplicados na dieta das aves de postura.

A deficiência nutricional é uma importante limitação das galinhas de postura, dado que, os macros ingredientes como o milho e a soja, não atendem as exigências nutricionais dos animais de forma isolada, já que as concentrações dos minerais encontrados nas matérias primas tornam-se insuficientes, uma vez que podem ser influenciados pelo solo, clima, espécie explorada e maturidade (PINTO, 2019).

Cerca de 3 a 4% do peso vivo das aves são compostas por minerais, nos quais são participantes em várias vias metabólicas, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento reprodutivo como também para o aumento da produtividade do animal (GONZÁLEZ et al., 2019)

Dentre os minerais, o cálcio (Ca) e o fósforo (P), são os principais macros minerais utilizados no processo de desenvolvimento das aves e apresentam

maiores exigências dietéticas e os que mais afetam o desempenho das aves quando não ingeridos na quantidade necessária. Estão associados ao processo de equilíbrio ácido-básico, nos sistemas enzimáticos, na produção e na qualidade dos ovos, e particularmente na mineralização, calcificação e formação dos ossos (VELLASCO, et al 2016).

Dentre todos os minerais, o Ca é um dos que possui maior atividade no metabolismo animal. Participante ativo na construção da matriz óssea do esqueleto, encontrando-se 99% no formato de cristais de hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ nos ossos, fazendo parte de sua composição o fósforo e água, no qual exercem papéis importantes no processo de controle das funções celulares do tecido nervoso e muscular, bem como de atividades hormonais e de coagulação sanguínea, sendo distribuído em torno de 1% nos tecidos moles. Compõe cerca de 1,5% do peso da ave e 40% da casca do ovo, sendo armazenado principalmente sob a forma de fosfato de cálcio no esqueleto e na forma de carbonato de cálcio no ovo, tornando-o o mineral de maior abundância no organismo da ave. Essa fração de Ca ósseo está em condição dinâmica, sendo permanentemente reciclado e servindo como depósito, a partir do qual pode ser extraído para manter a homeostase do Ca (HENN, 2010).

O P é o segundo macro-elemento que possui maior concentração no organismo animal (80-88%), encontrando-se na matriz orgânica do osso sob a forma de hidroxiapatita. Assim como o cálcio, o P também atua como responsáveis pela rigidez de toda a estrutura óssea e participante da formação do ovo.

O fósforo faz parte de praticamente todas as reações do organismo, sendo considerado o mais versátil dos bioelementos. No processo de mineralização do osso, o P é o principal constituinte deste processo, promovendo aumento da resistência e aceleração a cicatrização de fraturas, além de auxiliar na produção da casca do ovo, e sendo componente essencial dos compostos orgânicos envolvidos em grande parte do metabolismo (MACARI e MENDES, 2005), além de acompanhar o metabolismo do cálcio e por estar altamente relacionado com a produção e qualidade dos ovos (BORRMANN et al., 2001). Dentre as demais funções, o fósforo também é um constituinte da molécula de DNA e RNA, formação de fosfolípidios, participação na transmissão dos impulsos nervosos,

atividade enzimática, sobretudo como coenzima de vários complexos da vitamina B e fosforilação para a formação de trifosfato de adenosina-ATP (ARAÚJO et al., 2008).

No período de formação do ovo, o P é depositado na fase final e está presente na casca em pequena quantidade (aproximadamente 22 miligramas), por sua distribuição ser homogeneamente irregular, este mineral se concentra em maior quantidade nas camadas externas da casca (ARAÚJO & ALBINO, 2011). O fornecimento irregular de P na dieta ou do exigido pelo animal, a qualidade da casca pode ser prejudicada, além dos efeitos negativos sobre a produção de ovos e qualidade óssea.

Níveis elevados de fósforo prejudicam a liberação do cálcio ósseo e a adequada mineralização da casca, resultando em má qualidade da casca do ovo. Portanto, a inadequada relação cálcio/fósforo na ração, pode interferir na disponibilidade destes minerais, resultando em um desequilíbrio na homeostase mineral além de má formação óssea e da casca do ovo e redução da produção da ave, além de dificultar a absorção de outros minerais (PASTORE, 2010).

Quando o objetivo da criação é a produção de ovos e qualidade óssea, esses minerais estão diretamente relacionados com o desempenho das aves, influenciando a taxa de postura, o peso dos ovos, a conversão alimentar, o ganho de peso e a rigidez de sua estrutura óssea (VIEIRA et al., 2009).

2.2 FONTES DE CÁLCIO E FÓSFORO PARA POEDEIRAS

Conhecer a qualidade dos ingredientes utilizados na formulação das dietas na criação de aves é fundamental para a obtenção de uma nutrição adequada.

O Ca é um dos minerais que pode ser adquirido de diferentes fontes. E cada uma delas terá determinada biodisponibilidade para o animal, ou seja, a fração do mineral que realmente é absorvida e utilizada pelo animal. (HOENDEROP et al., 2005).

As fontes minerais utilizadas nas rações de poedeiras são geralmente, oriundas de compostos inorgânicos, de origem geológica ou industrial, (óxidos, sulfatos, cloretos, carbonatos e fosfatos), e apresentam um custo menor quando comparadas com as fontes orgânicas, comumente utilizados em misturas

minerais, como o premix, suprimindo as deficiências minerais das matérias primas.

Existe uma variedade de compostos inorgânicos a serem utilizados nas rações de poedeiras. A finalidade e a proporção do composto a ser utilizado dependem da biodisponibilidade do elemento. De acordo com Veiga & Cardoso, (2005) esse índice, também conhecido como disponibilidade biológica ou valor biológico, é definido como a porcentagem do elemento presente no composto que é absorvido pelo animal.

Há vários anos os nutricionistas vem utilizando minerais de fontes inorgânicas nas dietas, buscando atender as exigências das aves. Ao serem ingeridos, estes minerais devem ser inicialmente solubilizados no trato digestório, para que ocorra a liberação de íons e serem absorvidos. No entanto, estando na forma iônica os minerais podem se complexar com outros componentes da dieta, dificultando a absorção ou tornando-os indisponíveis aos animais. Com base nessa incerteza, os níveis destes minerais são adicionados frequentemente superior à aqueles exigidos, no intuito de otimizar o desempenho, resultando em excesso no fornecimento (RUTZ et al., 2007).

A quantidade de Ca disponível que realmente pode ser absorvida varia de acordo com o estado fisiológico do animal, uma vez que, a base alimentar das aves e composta principalmente por alimentos de origem vegetal (milho e a soja), e possuem baixos níveis de Ca tornado uma dieta deficiente para este mineral.

A eficiência da absorção do Ca diminui com o avançar da idade do animal, comisso animais jovens são mais eficazes em absorver o Ca, contrário para as aves mais velhas (REECE, 2006).

O Ca é proveniente do calcário calcítico ou dolomítico, carbonato, sulfato e fluoreto de cálcio, fluorapatita e fosfatos de rocha desfluorizado, tendo estas fontes biodisponibilidade variáveis (Tabela 1) (MUNIZ et al., 2007).

Já o fósforo inorgânico (fosfato de sódio e o fosfato Bicálcico), é extraído de jazidas minerais conhecidas como apatita. Como essas jazidas são consideradas como não renováveis, a produção de fosfatos para alimentação animal possui grande relevância para a sustentabilidade (SILVA, 2017).

São diversas as fontes de Ca e P que podem ser aplicadas a nutrição de aves de postura, algumas fornecendo apenas um elemento e outras que fornecem dois ou mais elementos. A porcentagem de cada elemento varia entre as diferentes fontes minerais e a sua biodisponibilidade no organismo do animal.

Em se tratando de fontes de origem orgânica, a farinha de ossos, torna-se mais disponível que algumas fontes de origem inorgânica (Tabela 1).

Tabela 1 – Fontes de Cálcio, Fósforo e suas biodisponibilidades.

Elemento	Fonte	% médio (variação)	Biodisponibilidade	
Cálcio	Farinha de osso autoclavada	29 (23-37)	Alta	
	Fosfato de rocha desfluorizado	29,2 (19,9-35,7)	Intermediária	
	Carbonato de cálcio	40	Intermediária	
	Fosfato mole	18	Baixa	
	Calcário calcítico	38,5	Intermediária	
	Calcário dolomítico	22,3	Intermediária	
	Fosfato monocálcico	16,2	Alta	
	Fosfato tricálcico	31,0-34,0	-	
	Fosfato bicálcico	23,2	Alta	
	Sulfato de cálcio	20	Baixa	
	Fosfato de rocha desfluorizado	13,1 (8,7-21,0)	Intermediária	
	Fósforo	Fosfato de cálcio	18,6-21,0	Alta
		Fosfato bicálcico	18,5	Alta
		Fosfato tricálcico	18	-
		Ácido fosfórico	23,0-25,0	Alta
Fosfato de sódio		21,0-25,0	Alta	
Fosfato de potássio		22,8	-	
Fosfato mole		9	Baixa	

Fonte adaptada: Araújo et al., 2008.

O Ca incluído nos suplementos minerais como carbonato de cálcio e cloreto de cálcio em geral é mais disponível do que alimentos comuns incluídos na dieta, como cereais. Quanto mais solúvel, melhor a capacidade de absorção. (REECE, 2006). Por haver diversas fontes de Ca e P com diferentes biodisponibilidades de minerais em cada fonte, são necessários identificar outros fatores para que sejam avaliados, e determinar qual ingrediente será incorporado na ração para ter bons resultados a campo. Entre esses pode-se citar a disponibilidade no mercado da determinada fonte de minerais, o custo de cada ingrediente e os resultados nos animais principalmente para as aves de postura que necessitam de uma fonte mineral de qualidade para melhor desempenho na produção dos ovos (MUNIZ et al., 2007).

Diante do exposto, é necessário o conhecimento da disponibilidade de cada uma das fontes de Ca e P a serem inseridas nas dietas, para adequar as estratégias nutricionais necessárias ao sistema de exploração zootécnico praticado na avicultura (MUNIZ et al., 2007).

2.3 IMPORTÂNCIA DO CÁLCIO E FÓSFORO E DAS RELAÇÕES CÁLCIO/FÓSFORO NO DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVES E NA QUALIDADE DOS OVOS.

Embora constituindo apenas cerca de 5% do corpo de um animal, os minerais contribuem com grande parte do esqueleto (80% a 85%), estão presentes na formação da casca do ovo e na estrutura dos músculos e ossos, sendo elementos indispensáveis ao bom funcionamento do organismo (MCDOWELL, 1992). Considerando que, o excesso ou deficiência destes elementos provocará um desequilíbrio no desenvolvimento e redução no desempenho das aves.

O cálcio é o mineral mais ativo, participante em vários processos metabólicos, e principalmente no desenvolvimento da ave, e em consonância com o fósforo e a proteína participam do crescimento ósseo das aves, indispensáveis para uma boa qualidade estrutural da casca do ovo (PINTO et al., 2019).

O cálcio compreende cerca de 4% do peso do ovo, sendo a casca formada por 95% de carbonato de cálcio (ARAUJO, 2009). A casca é uma embalagem

natural do ovo, e deve fornecer resistência suficiente para não sofrer dano algum em qualquer uma das etapas de seu processo, que estende desde a postura, coleta, classificação e distribuição.

Macari et al (2005), informa que o valor de cálcio presente no ovo é próximo a 10% do estoque de cálcio do corpo da ave, e para formar a casca do ovo, as aves absorvem de forma ativa o cálcio da dieta ao longo do trato digestório, no entanto, também ocorre a reabsorção de cálcio ósseo para a produção dos ovos.

Aproximadamente 30 a 40% do cálcio da casca do ovo tem origem no cálcio ósseo medular; sendo que, a formação da matriz ósseamedular é induzida por esteroides sexuais, independentemente do nível de vitamina D, outro precursor neste processo de formação do ovo (TAKAHASHI et al., 1983), podendo prejudicar toda uma estrutura óssea da ave quando não ingerida na quantidade necessária.

Aproximadamente 98% do cálcio está localizado no esqueleto ósseo, onde, juntamente com o ânion fosfato conferem resistência e dureza ao osso, os outros 2% do cálcio do organismo são encontrados primariamente nos fluidos extracelulares (HENN, 2010), o que leva a necessidade de uma correta aplicação das concentrações de Ca na dieta, para que haja uma correta concentração plasmática de Ca e P nas dietas.

Quando ha uma adição excessiva de Ca na dieta, este mineral é rapidamente depositado nos ossos; porém, quando em concentração insuficiente, o cálcio dos ossos é mobilizado, aumentando sua concentração sanguínea (SIMÕES, 2013). Esse mecanismo fisiológico é particularmente importante para as aves em postura devido à elevada exigência em cálcio para a formação da casca durante toda a vida produtiva (MAZZUCO, 2016). Baixos níveis de cálcio podem interromper a produção de ovos pela suspensão da liberação das gonadotrofinas (MORRIS & NALBANDOV, 1961), além de ser o principal formador da casca do ovo (BELL & WEAVER Jr., 2002).

A idade e espécie do animal, influenciará de forma direta na utilização do cálcio pelo organismo. Na fase de crescimento da ave, este mineral estará ligado no processo formador dos ossos, já nas fases de produção, será desviado para a formação da casca do ovo, cujo peso médio é de 5 a 6 g, dos quais, aproximadamente 2,0g são apenas de cálcio.

Quando a concentração de cálcio na dieta das aves de postura é insuficiente, há uma queda nos índices zootécnicos como: atrasos no crescimento, redução do consumo de ração, fragilidade óssea, e em aves adultas presença de ovos com casca fina, redução na produção de ovos e no conteúdo de cinzas e de cálcio nos ossos (SCOTT et al., 1982).

O fósforo desempenha um papel significativo na formação da casca do ovo, e o elemento mais abundante no corpo do animal, compreendendo 22% dos minerais totais do organismo seguido do cálcio, e o segundo maior constituinte do sistema ósseo (CALDERANO, 2010).

Na casca do ovo é encontrado baixas concentrações de fósforo, no entanto, este mineral interage com o cálcio durante a formação dos ossos. O cálcio é armazenado nos ossos como fosfato de cálcio e para que aja a síntese da medula óssea, no processo é exigido o fósforo dietético (AHMAD & BALANDER, 2003). Com isso, os níveis da exigência de fósforo pelas aves de postura estão associados com a exigência de cálcio, e a dinâmica da medula óssea.

Alta concentração plasmática de fósforo é notado no período noturno, momento que a atividade na medula óssea é alta, e como a maioria do fósforo liberado é excretada na urina, as aves necessitam de fósforo extra para recompor os ossos, no momento do processo de formação da casca (LEESON & SUMMER, 2001).

Quando não há uma relação Ca: P (2,5:1) na dieta das poedeiras, pode ocorrer uma alta liberação de fósforo devido à solubilização mineral óssea, sendo liberado mais fósforo do que o necessário para formar um ovo (relação Ca:P = 20:1), assim, existe o potencial para o excesso de fósforo se acumular no sangue (WIDEMAN et al., 1983). Esta hiperfosfatemia, se não compensada, poderá suprimir os níveis sanguíneos de cálcio.

O nível dietético de fósforo altera não somente a produção de ovos, mas também a qualidade externa do ovo, e muitas vezes o nível de fósforo que proporciona melhor qualidade de casca pode não ser o mesmo que proporcionará uma melhor produção de ovos (VANDEPOPULIERE & LYONS, 1992).

Segundo Bertechini (2003), uma dieta deficiência em cálcio e fósforo limita o valor nutritivo de ambos. Respostas ao desajuste nos níveis de Ca e P variam

individualmente entre as aves (PASTORE (2010). Quando não há uma adequada relação cálcio/fósforo na dieta das aves, demais minerais podem ser afetados ocasionando desequilíbrio na homeostase mineral, além do desenvolvimento inapropriado dos ossos das aves e má formação da casca do ovo.

Dados levantados por Calderano (2010), nos aponta que os níveis de cálcio deve ser alinhado com base no consumo diário da ave, permitindo que haja um consumo em torno de 4 a 4,5g de cálcio por cada ave ao dia, valores dentro do recomendado por Rostagno et al. (2011) que seria de 4,02g de cálcio por ave ao dia. No entanto, as aves elas possuem a habilidade de regular o consumo deste mineral para atender suas exigencias, SILVA (2014).

Quando as aves são alimentadas de forma “ad libitum”, as variáveis consumo da ração e, principalmente, a conversão alimentar serão influenciadas, em grande parte, pelo nível de nível de energia. Por isso, exigências nutricionais de proteína bruta, cálcio e fósforo, geralmente são estabelecidas de acordo com nível de Energia Metabolizável da dieta (EM), expressas em porcentagem (%) por 1000 Kcal de EM, podendo também estar expressas em gramas (g) por ave dia. (ROSTAGNO et al., 2011).

As exigências nutricionais de cálcio e fósforo das poedeiras, sofreram alterações ao longo dos anos em decorrência do aperfeiçoamento genético e das novidades biotecnológicas do setor, tornando-se cada vez mais necessário o fornecimento preciso de nutrientes que atenda a demanda biológica e produtiva das aves (Tabela 2).

Tabela 2: Exigências nutricionais de Ca, P e relação Ca:P para poedeiras leves (g/ave/dia).

Nutriente	NRC (1994)	Rostagno et al., (2011)	Rostagno et al., (2017)	Bovans White (acima de 50 semanas)
Ca (g/dia)	2,71	4,020	4,400	4,30 a 4,60
Pdisp (g/dia)	0,21	0,300	0,368	0,380
Relação Ca:P	12,9.1	13,4.1	11,9.1	11,3.1

Fonte: Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos de Rostagno et al., (2011; 2017); NutrientRequirements of Poultry (1994).

Definir as exigências de Ca e P para poedeiras comerciais é um desafio contínuo para os nutricionistas e os avicultores, isso em função das necessidades

de Ca se modificar constantemente.

Conforme o NRC (1994), as exigências de cálcio aumentaram 65% (de 2,27 a 3,75 (g/ave/dia) de 1944 a 1984. Dentre as várias razões que dificultam o estabelecimento das exigências de cálcio, possivelmente, estão envolvidas as seguintes: o melhoramento genético, a diferença dentro e entre linhagens, o tamanho e a solubilidade da partícula do carbonato de cálcio (influenciando a disponibilidade de cálcio), a palatabilidade da ração e a habilidade da ave em ajustar o consumo de ração para obter as suas necessidades diárias. O nível de Ca recomendado pelo NRC (1994) para dietas de poedeiras brancas e marrons consumindo aproximadamente 100 e 110g de ração respectivamente, é de 3,25%. No entanto, o recomendado por Rostagno et al. (2017), os níveis de Ca na dieta para galinhas poedeiras de desempenho superior devem estar entre 4,45 e 4,56 %, no caso das brancas e 3,89 a 3,98% para as marrons, correspondendo ao consumo médio de 4,40 e 4,50 g/ave/dia, respectivamente.

Os níveis dietéticos de Ca recomendados pelas empresas de genética são, em geral, mais elevados. No caso das poedeiras da linhagem Bovans White está entre 3,9 a 4,1; 4,1 a 4,3 e 4,3 a 4,6% para as fases de 17 a 28 semanas, 28 a 50 semanas e acima de 50 semanas de idade, respectivamente (Bovans White, 2009). Para o P, a recomendação da linhagem é de 0,38%.

Velasco (2010) recomendou para um bom desempenho e boa qualidade de ovos de poedeiras leves da linhagem Hy-Line W36 em primeiro ciclo de produção (24 a 40 semanas de idade) dietas com níveis de 4,5% de cálcio e mantendo-se uma relação cálcio/fósforo de 12,12:1, correspondendo a 3,7g/ave/dia de cálcio e 306mg/ave/dia de fósforo. Da mesma forma, segundo Calderano (2010), a proporção de cálcio deve ser sempre ajustada de acordo com o consumo de ração, assegurando um consumo de 4 a 4,5 g de cálcio por ave por dia. Porém, Pastore et al. (2012) concluíram que 3,51 g/ave/dia de cálcio é suficiente para manter a produção e a qualidade dos ovos de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Lopes ao avaliar os níveis de cálcio e relação cálcio: fósforo disponível em rações para galinhas poedeiras leves no segundo ciclo de produção, relata que os melhores níveis seria os de 12,12:1, com um consumo médio por dia de 325mg de fósforo, achando-se em consonância com os resultados obtidos por Pastore et al., (2012), que ao avaliar a melhor relação cálcio/fósforo para

poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade obteve uma relação 12,12:1, porém utilizando apenas 289mg de fósforo no consumo diário por ave.

Com tudo, justifica-se a necessidade de estabelecer as exigências de cálcio e de fósforo como também, as relações cálcio/fósforo para aves de postura, uma vez que, são escassas as informações a fim de alcançar o máximo desempenho produtivo, priorizando a qualidade dos ovos e estrutura óssea.

2.4 TECIDO ÓSSEO E A RELAÇÃO CÁLCIO E FÓSFORO SOBRE A RESISTÊNCIA ÓSSEA DAS AVES

O tecido ósseo era visto apenas como uma estrutura de sustentação e locomotora dos animais. Hoje, sabemos que este tecido possui várias funções, nas quais vai muito além de resistência mecânica e ao suporte corporal, que possui em média, quatro funções básicas: suportar a musculatura, auxiliar na movimentação, promover o crescimento do animal e servir como reserva mineral (MACARI et al., 2002).

Considera-se que os ossos são constituídos por aproximadamente 70% de minerais, 22 % de matriz orgânica e 10% de água, o que o diferencia de outros tecidos conjuntivos menos rígidos (MULLER, 2010). A parte inorgânica constitui aproximadamente 60 a 70% do peso do osso e é responsável pelas propriedades de rigidez e resistência à quebra, entretanto, essa composição pode variar de acordo com a dieta disponibilizada aos animais. Os sais cristalinos depositados na matriz óssea constituídos principalmente de cálcio e fosfato, se combinam para formar cristais de hidroxiapatita que são os responsáveis por fornecer resistência à compressão (RATH, 2000).

No processo de ossificação, ocorre a precipitação de sais do osso na matriz, por meio de um equilíbrio físico-químico, envolvendo o Ca^{2+} , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} . Nas condições fisiológicas, o íon cálcio e o fosfato ficam em solução metaestável, isto é, suas concentrações no líquido extracelular seriam suficientemente altas para que se precipitassem em solução, não fosse pela presença de outros constituintes, como o pirofosfato, que estabiliza a solução (TARDIN, 1995).

Os ossos funcionam como reserva metabólica de cálcio e de fósforo, que pode ser exigida do animal quando houver alterações na homeostase

(KUSSAKAWA; FARIA, 1998). Nos ossos na proporção Ca:P é de 2:1 ; na matriz extracelular, como Ca ionizado e Ca ligado à proteína ou ligado a ânions; bem como Ca intracelular (ADEDOKUN e ADEOLA, 2013). Quando não há uma relação adequada de cálcio e fósforo e suas interações, o crescimento ósseo pode ser prejudicado e levar à maior incidência de anomalias nas pernas (XIE et al., 2009), comprometendo também o momento de pico de postura nas poedeiras, devido à má formação do osso medular.

A rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, durante o processo de mineralização óssea. Esses dois minerais perfazem cerca de 70% da composição óssea, os 30% restantes são compostos de matéria orgânica, principalmente colágeno (FIELD, 1999; BRUNO, 2002).

Em se tratando de índices de interesse zootécnico, a densidade óssea das aves é uma análise de baixo custo e que permite o acompanhamento das variações de massa óssea podendo ser medida através de técnicas como a composição mineral óssea, resistência óssea à quebra é índice Seedor (SEEDOR, 1995).

Em poedeiras a exigência de cálcio é muito elevada, particularmente durante o período ativo de formação da casca, com base nisso, quando não há a adição adequada deste mineral nas dietas, poderá haver competição com o cálcio medular, desviando o cálcio dos ossos para a formação da casca do ovo (PAZ, 2009).

Em um estudo realizado por Schreiweis et al., (2003), os autores verificaram a densidade mineral óssea de tíbia e úmero de galinhas Leghorn brancas submetidas a dietas com diferentes níveis de cálcio (hipercálcica 5,4%, cálcio recomendado 3,6% e hipocálcica 1,8%), concluíram que a densidade mineral óssea segue uma tendência linear negativa com a diminuição do cálcio da dieta.

Korver et al. (2004), ao avaliarem a resistência óssea de fêmures e úmeros de galinhas Leghorn brancas no final do ciclo produtivo (65 semanas), encontraram maiores resistências para os ossos das aves marrons. Este fato possa ter ocorrido, uma vez que as aves por serem mais pesadas que as brancas podem ter influenciado.

Paz (2009), ao avaliar efeito do cálcio dietético sobre a qualidade óssea,

e produção de ovos de poedeiras semipesadas, identificou que a qualidade óssea foi maior no início da produção, provavelmente devido à preparação da ave, armazenando minerais, para o pico de postura, e que ao passar o período de produção, concluiu que as aves mobilizaram minerais ósseos para a produção de ovos, independentemente do nível de cálcio na dieta.

Relatos como estes, mostram os esforços na identificação de anomalias presentes na produção de ovos, problemas estes que geram inúmeras perdas na avicultura, o que nos leva adequar a dieta para que ocorra uma mineralização óssea a nível de redução dos impactos nas indústrias avícolas, impossibilitando certas competições por minerais.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Determinar a melhor relação de cálcio e fósforo e melhor granulometria de fontes de calcário inorgânico utilizadas em dietas de aves em postura.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar diferentes inclusões de cálcio e fósforo disponível na dieta de galinhas poedeiras leves com idades de 50 a 69 semanas de idade.

Avaliar os efeitos do cálcio, fósforo e granulometria de calcário sobre a qualidade produtiva de ovos e resistência óssea de galinhas poedeiras leves com idades de 50 a 69 semanas de idade.

4. ARTIGO: RELAÇÃO CÁLCIO TOTAL/FÓSFORO DISPONÍVEL PARA GALINHAS POEDEIRAS LEVES DE 50 a 69 SEMANAS DE IDADE

Os resultados desta dissertação são apresentados na forma de artigo (submetido), com as seções de acordo com as orientações da Revista Acta Scientiarum: animal Sciences.

Carlos Jônatas de Sousa Teixeira ⁽¹⁾, Fernando de Castro Tavernari ⁽²⁾, Marcel manente Boiago ⁽³⁾, Tiago Goulart Petrolli ⁽⁴⁾, Diovani Paiano ⁽³⁾

⁽¹⁾ Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Chapecó- SC, Brasil.

⁽²⁾ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Concórdia - SC, Brasil.

⁽³⁾ Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Chapecó, SC, Brasil

⁽⁴⁾ Professor da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

4.1 INTRODUÇÃO

Na produção de ovos, o uso da suplementação mineral é uma alternativa para melhorar o desempenho das galinhas poedeiras e garantir qualidade superior da casca dos ovos (COSTA et al, 2008).

O cálcio e fósforo são os principais minerais que compõem as rações das poedeiras, atuando no processo metabólico da ave, na qualidade da casca do ovo e são os principais minerais responsáveis pela estruturação óssea destas aves (PINTO et al., 2019).

O cálcio é um dos minerais que possui maior participação nas rações, em torno de 98% da estrutura da dieta, enquanto que o fósforo é o terceiro nutriente que mais onera o custo com as rações, e um dos minerais de maior foco de pesquisa devido a sua importância fisiológica, econômica e ambiental (MACARI et al., 2002).

Na natureza há diferentes fontes de cálcio, e consigo variações nos níveis de Ca, granulometria e solubilidade. Diferentes granulometria do calcário utilizado ao longo da vida produtiva da galinha poedeira, irá influenciar no processo de formação da casca do ovo e estrutura óssea, satisfazendo as exigências fisiológicas das aves, uma vez que, o uso de diferentes granulometria do calcário nas rações melhora o aproveitamento dos nutrientes (SCHMIDT, 2018), e são poucos experimentos voltadas ao uso de diferentes granulometrias de calcário numa mesma dieta.

A eficiência na utilização do Ca e P pelas aves só é possível quando ambos estão em equilíbrio. O excesso de cálcio na ração irá interferir na absorção de outros minerais, comprometendo o consumo de ração e a produção de ovos (SILVA, 2014). A alta ingestão de fósforo, prejudicará a liberação do cálcio presente no osso da ave, reduzindo a mineralização da casca do ovo. A partir disso, deve-se ter uma relação entre esses minerais quando na avaliação das exigências do Ca e P para galinhas poedeiras.

Definir as exigências de Ca e P para poedeiras comerciais tem sido um desafio para os pesquisadores. Atualmente, dispomos de recomendações nutricionais de cálcio e fósforo para galinhas poedeiras que auxiliam na conclusão destas relações. O NRC (1994) recomenda que os níveis de cálcio para galinhas que consomem aproximadamente 100 e 110g de ração,

respectivamente, é de 3,25%. Segundo Rostagno et al. (2017), para aves que consomem em média 4,40 e 4,50 g/ave/dia os níveis de Ca na dieta devem estar entre 4,45 e 4,56 %. Pastore et al. (2012), ao conduzir experiências no campo, concluiu que a melhor relação de Ca:P para poedeiras leves deve ser de 12,12:1, correspondente a um consumo de 289 mg de fósforo disponível/ave/dia. Ao utilizar os manuais da linhagem, a recomendação dos níveis é inversamente proporcional ao longo do período de criação (aumento de cálcio e diminuição de fósforo), gerando grande discrepância nos níveis destes minerais utilizados nas dietas.

Perante o exposto, o presente ensaio teve como objetivo determinar as relações de Ca e P e melhor granulometria de fontes de calcário inorgânico utilizadas na dieta de galinhas poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 local e delineamento experimental

Foi realizado um experimento no Setor de Avicultura da unidade experimental da Embrapa Suínos e Aves, localizada em Concórdia-SC, no período de maio a setembro de 2020.

Foram utilizadas 1.260 poedeiras leves da linhagem Bovans White durante o período de 50 a 69 semanas de idade, distribuídos em blocos inteiramente casualizado com tratamentos dispostos no esquema fatorial composto central rotacionado para os níveis de Ca e P em duas diferentes granulometrias de calcário resultando em 18 tratamentos com 10 repetições de 7 aves por gaiola (unidade experimental), totalizando 18 semanas de experimento.

As galinhas poedeiras foram distribuídas em 180 parcelas (gaiolas) com 7 aves por gaiola, sendo manejadas conforme a recomendação da linhagem e alimentadas com base nas recomendações de Rostagno et al., (2017) e então, submetidas aos tratamentos.

O programa de luz adotado, consistiu no fornecimento de um fotoperíodo de 17 horas de luz diária, conforme as recomendações da linhagem e idade das aves, controlada por meio de um relógio analógico.

A temperatura no interior do galpão foi monitorada diariamente por termômetros de máxima e de mínima. Em cada corredor contiam 3 termômetros, no início, meio e fim do galpão e posicionados à altura das aves.

4.2.2 Dietas e tratamentos

Os tratamentos consistiram em diferentes inclusões e granulometria de cálcio e fósforo e a relação Ca/P. Para os tratamentos de 1 ao 9 foram adicionados o calcário fino 100% (CF100%) e os tratamentos 10 ao 18 foi utilizado calcário fino 50% (CF50%) grosso 50% (CG50%), além do Fosfato Bicálcico (FB) e o Caulin Industrial (CI) conforme descrito na Tabela 3.

Tratamentos
10 a 18, Calcário fino 50% + Calcário grosso 50%

Milho	50,90	50,90	50,90	50,90	50,90	50,90	50,90	50,90	50,90
F Soja 45%	29,09	29,09	29,09	29,09	29,09	29,09	29,09	29,09	29,09
Óleo de Soja	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45
Sal Comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,5	0,50	0,50
Sup. Vitamí.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sup. mineral	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
L-Treonina	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Clo. de Colina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Fos. Bicálcico	2,42	0,74	2,42	0,74	1,58	1,58	1,58	2,78	0,38
Mastersorb	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Caulin Ind.	1,30	2,11	4,95	5,75	3,53	0,96	6,09	2,96	4,10
CF100%	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CF50% + CG50%	10,52	11,404	6,879	7,763	9,142	11,706	6,577	8,510	9,773
Total (Kg)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Níveis Nutricionais Calculados									
EMA(kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
PB (%)	17,210	17,210	17,210	17,210	17,210	17,210	17,210	17,210	17,210
Cálcio (%)	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710	4,710
Fós. total. (%)	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690
Fós. disp. (%)	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Lisina total (%)	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930	0,930
Meti+Cisti. (%)	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540
Meti. Total (%)	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
L-Tre. Total (%)	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680
L- Val. Total (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
L- Arg. Total (%)	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160
Glicina Total (%)	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740
Glicina+Ser. (%)	1,660	1,660	1,660	1,660	1,660	1,660	1,660	1,660	1,660
L-Triptofano (%)	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
L-Isoleucina (%)	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Ácido Lin. (%)	3,510	3,510	3,510	3,510	3,510	3,510	3,510	3,510	3,510

As rações eram fornecidas (1kg) em dois horários, às 08:00 e as 14:00 horas, e o fornecimento da água a vontade, durante todo o experimento.

O experimento teve duração de 18 semanas e foi subdividido em quatro períodos de coleta de dados, correspondendo a 28 dias cada, no qual foram coletados e avaliados os seguintes parâmetros:

4.2.3 Coleta de ovos

As 13:30hs de cada dia, era realizada a coleta de ovos.

A coleta era feita de forma manual. Passava-se em cada cada gaiola

coletando e organizando-os em bandeijas de papelão. Cada ovo coletado era registrado em uma planilha do excel, levando em consideração suas características, como: ovos íntegros, ovos jumbos, ovos com casca mole, trincados, deformados e quebrados. Neste mesmo registro, cada ovo coletado era identificado por tratamento e repetição. Após registrado, as bandeijas com os ovos eram acondicionadas em um refrigerador com uma temperatura média de 10 °C. A cada 28 dias, os ovos íntegros eram separados, identificados por gaiolas e pesados individualmente. Nessa pesagem era obtido um peso médio que iria servir como base para a escolha dos ovos (7 ovos ao total), que seriam encaminhados para o laboratório da Embrapa para as análises físicas.

4.2.4 Determinação dos índices Zootécnicos

Consumo de ração: ao término de cada período de 28 dias, foi determinado, a partir da razão da quantidade de ração consumida em cada unidade experimental pelo número de aves das unidades experimentais por dia. Na ocorrência de mortalidade na unidade experimental, foi descontado o consumo médio de cada ave morta para obtenção do consumo médio corrigido.

Ganho de peso: no início e final do experimento, as aves foram pesadas e registrado a diferença destas pesagens, obtendo o ganho de peso de cada unidade experimental.

Conversão alimentar: em cada uma das 4 fazes, a CA foi calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzias de ovos (kg/dz) e pela massa de ovos (kg/kg).

Mortalidade: foi registrada por unidade experimental e realizada a pesagem da mesma.

Viabilidade: foi obtida pela relação entre o número de aves que sobraram no final do experimento sobre o número de aves alojadas no início do experimento vezes 100.

4.2.5 Análise física dos ovos

Para essas análises, foi utilizado o Testador digital da qualidade do ovo DET6500 (Egg Teste) e apresentava os seguintes componentes: Testador digital da qualidade do ovo, Impressora, bandejas transparentes, espelho especial e

um medidor da espessura da casca. O Egg Teste, usando apenas 1 (um) ovo, realizava as seguintes análises:

Peso do ovo: Com uso de uma balança de precisão (Marca Balma 30Kg), foram pesados todos os ovos íntegros coletados nos últimos cinco dias de cada período de 28 dias, totalizando 350 ovos por tratamento a cada ciclo avaliado.

Peso da gema: Com o auxílio de balança de precisão foi pesado uma gema de ovo por unidade experimental, totalizando 10 ovos por ciclo validado. Para essa análise, pesou-se a gema de um ovo por unidade experimental, com o auxílio de balança de precisão;

Peso da casca: Após a pesagem da gema a casca do ovo foi lavada para a retirada da membrana interna, que após secagem por 24hs em temperatura ambiente (26 °C) foi pesada, totalizando 180 casca, correspondendo a uma unidade experimental.

Espessura da casca: Para essa análise, a espessura média da casca foi obtida a partir da medição de cada casca resultante da avaliação da qualidade do ovo, utilizando um paquímetro digital, adaptado ao Egg Teste, que atendia as dimensões de 0.10 a 0.60mm;

Resistência da casca: Utilizando o método de compressão de baixa velocidade o Egg Teste através de uma compressão mede a resistência da casca quando no momento de sua quebra;

Porcentagem de casca: foi obtido por meio da porcentagem do peso da casca seca em relação ao peso total do ovo;

Porcentagem de gema: foi obtido por meio da porcentagem do peso da gema em relação ao peso total do ovo;

Porcentagem de albúmen: Obtido pela diferença peso total do ovo e peso da gema + da casca, sob o peso do ovo.

Massa de ovos (g/ave/dia): Calculada como o produto da porcentagem média da produção de ovos e do peso médio dos ovos em cada repetição, dentro de cada período de 28 dias.

Gravidade específica dos ovos: Foram separados 10 ovos por repetição e imergidos em recipientes contendo soluções de NaCl com densidades de 1.066 a 1.102, com intervalos mínimos de 0,004. Os ovos que flutuarem, são classificados conforme sua gravidade específica.

4.2.6 Análise de resistência óssea

Resistencia a quebra da tíbia: No final do experimento, as aves tendo 69 semanas, uma ave por unidade experimental, foi encaminhada para o abatedouro da Embrapa, onde foram abatidas e coletados somente a tíbia para a avaliação da qualidade e resistência óssea. Para essa análise, foram utilizados paquímetros, balança eletrônica de precisão e prensa mecânica.

As análises dos dados foram calculadas com base nos valores médios obtidos em cada período de 28 dias de cada unidade experimental.

4.2.7 Análise estatística

Os valores médios dos dados das variáveis de qualidade do ovo e índices zootécnicos das aves foram calculados por período de 28 dias em cada unidade experimental. Sobre esses valores médios, foi calculada a média dos quatro períodos avaliados e aplicada a análise da variância para o modelo, considerando os efeitos de bloco, calcário, componentes lineares, quadráticos e produtos cruzados de Ca e P, bem como a interação de todos eles com os efeitos da granulometria. A análise foi realizada, usando o PROC GLM do Statistical Analysis System© (SAS, 2012).

Para as variáveis de resistência óssea, do mesmo modo, foram analisados os dados da variância para o modelo, considerando os efeitos de bloco, calcário, componentes lineares, quadráticos e produtos cruzados de Ca e P, bem como a interação de todos eles com os efeitos calcário. O detalhamento dos efeitos de Ca e P foram realizados por meio do detalhamento da análise de superfície de resposta sempre que eles foram significativos ($p \leq 0,05$). A análise foi realizada, usando o PROC GLM do Statistical Analysis System© (SAS, 2012).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância das 22 variáveis avaliadas, encontram-se nas tabelas 5a, 5b, 5c e 5d.

Na avaliação, observou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) de bloco para 13 variáveis de desempenho (consumo médio ração, conversão por dz de ovos, massa de ovo/ave/alojada, massa de ovo/ave/dia, ovos ave/alojada, ovos bons/ave/alojada, ovos bons/ave/dia, peso de ovo, % de albúmen, % da gema, peso da gema, peso da casca e resistência da casca).

Para o componente linear de Ca, 13 variáveis tiveram efeito significativo (cor, densidade, espessura da casca, massa ovo/ave/alojada, massa ovo/ave/dia, ovos ave/alojada, ovos ave/dia, ovos bons/ave/alojada, ovos bons/ave/dia, peso do ovo, % de albúmen, % de casca, peso da casca, resistência da casca), 5 variáveis e para o P (cor, densidade, espessura da casca, % da casca, peso da casca), 5 variáveis para o efeito calcário (altura de albúmen, espessura da casca, % da casca, peso da casca e Unidade Haugh).

Tabela 5a. Níveis descritivos da análise de variância de desempenho de poedeiras leves.

Causa de Variação	Consumo médio de ração	CA kg/dz	CA/Massa ovo
Bloco	<.0001	0.0033	0.1604
Ca	0.0830	0.1632	0.0885
P	0.4315	0.2037	0.1702
Calcário	0.0932	0.3748	0.1910
CaxP	0.0206	0.0178	0.0171
CaxCalcário	0.4990	0.7599	0.6672
PxCalcário	0.7159	0.6179	0.6933
CaxPxCalcário	0.8309	0.8463	0.5318

Tabela 5b. Níveis descritivos da análise da variância de desempenho e qualidade de ovo de poedeiras leves.

Causa de Variação	Massa ovo/ave/alojada	Massa ovo/ave/dia	Ovos ave/alojada	Ovos ave/dia	Ovos bons /ave/alojada	Ovos bons/ave/dia
Bloco	0.0019	0.0015	0.0062	0.0616	0.0045	0.0532
Ca	<.0001	0.0029	<.0001	0.0029	<.0001	0.0006
P	0.5763	0.0820	0.5831	0.0635	0.5468	0.0589
Calcário	0.7378	0.8440	0.8059	0.6160	0.7943	0.6584
CaxP	0.0027	0.8008	0.0016	0.6502	0.0017	0.7199
CaxCalcário	0.3587	0.8490	0.2342	0.3336	0.2670	0.4982
PxCalcário	0.0271	0.5765	0.0112	0.7385	0.0110	0.6918
CaxPxCalcário	0.4752	0.4277	0.5131	0.6679	0.6281	0.9247

Tabela 5c. Níveis descritivos da análise de variância para a qualidade de ovo de poedeiras leves.

Causa de Variação	Peso de albúmen	Altura de albúmen	% de albúmen	Cor	Unidade Haugh
Bloco	0.4133	0.5368	0.0004	0.4603	0.4580
Ca	0.9284	0.1655	0.0305	<.0001	0.1486
P	0.7030	0.1521	0.1739	0.0002	0.1454
Calcário	0.9631	0.0251	0.8941	0.1771	0.0188
CaxP	0.8972	0.0893	0.4764	0.0719	0.1054
CaxCalcário	0.3130	0.4120	0.9037	<.0001	0.5011
PxCalcário	0.1669	0.8184	0.8803	0.9993	0.6439
CaxPxCalcário	0.9759	0.5386	0.3269	0.7444	0.6728

Tabela 5d. Níveis descritivos da análise de variância de desempenho e qualidade de ovo de poedeiras leves.

Causa de Variação	Peso do ovo	Peso da Gema	Peso da casca	Resistencia da Casca	% da casca	% da gema
Bloco	0.0479	<.0001	0.0196	0.0501	0.1529	0.0001
Ca	0.7186	0.1915	<.0001	<.0001	<.0001	0.7444
P	0.9974	0.3487	0.0394	0.3188	0.0161	0.4306
Calcário	0.6038	0.5919	0.0142	0.4861	0.0033	0.4507
CaxP	0.7324	0.3987	0.2161	0.8546	0.2986	0.6448
CaxCalcário	0.2256	0.2931	0.4992	0.5020	0.6911	0.9818
PxCalcário	0.1221	0.1902	0.2757	0.1471	0.8160	0.9496
CaxPxCalcário	0.4949	0.3639	0.1060	0.3422	0.0999	0.5683

Nas tabelas 6 e 7 estão apresentados os resultados de desempenho produtivo e de qualidades de ovos de poedeiras leves contendo calcário com diferentes granulometrias no período de 50 a 69 dias de idade.

Tabela 6. Desempenho produtivo de poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade em função da granulometria.

Variável	Granulometria do Calcário		Pr>F
	50% Fino +50% Grosso	Fino	
Consumo ração	109.1±0.48	110.1±0.50	0.0932
Peso da ave	1845.8±22.7	1.836.6±21.1	0,7523
CA (kg/dz)	1.393±0.007	1.401±0.007	0.3748
CA	1.79±0.007	1.810±0.008	0.1910
Massa ovo (ave/aloj)	55.12±0.79	54.79±0.80	0.7378
% ovos (ave/aloj)	85.27±1.21	84.90±1.21	0.8059
% ovos (ave/dia)	94.14±0.45	94.42±0.39	0.6160
% ovos bons (ave/aloj)	84.47±1.21	84.08±1.21	0.7943
% ovos bons (ave/dia)	93.25±0.48	93.51±0.42	0.6584

Tabela 7: Qualidade de ovo das poedeiras leves de 50 a 69 em função da granulometria.

Variável	Granulometria do Calcário		Pr>F
	50% Fino+50% Grosso	100%Fino	
Peso ovo	64.64±0.16	64.52±0.18	0.6038
Peso gema	17.69±0.06	17.74±0.07	0.5919
Peso albúmen	40.66±0.13	40.65±0.14	0.9631
Peso casca	5.956±0.022	5.887±0.023	0.0142
Gema (%)	27.53±0.08	27.61±0.09	0.4507
Albúmen (%)	63.21±0.09	63.22±0.10	0.8941
Casca (%)	9.266±0.029	9.166±0.026	0.0033
Espessura casca (mm)	0.361±0.001	0.357±0.001	0.0130
Altura albúmen	7.600±0.035	7.722±0.040	0.0251
Resistencia casca	3.996±0.040	3.960±0.039	0.4861
Densidade	1083.3±0.28	1082.7±0.24	0.0623
Cor	4.129±0.029	4.172±0.024	0.1771
Unidade Haugh	85.83±0.21	86.58±0.23	0.0188

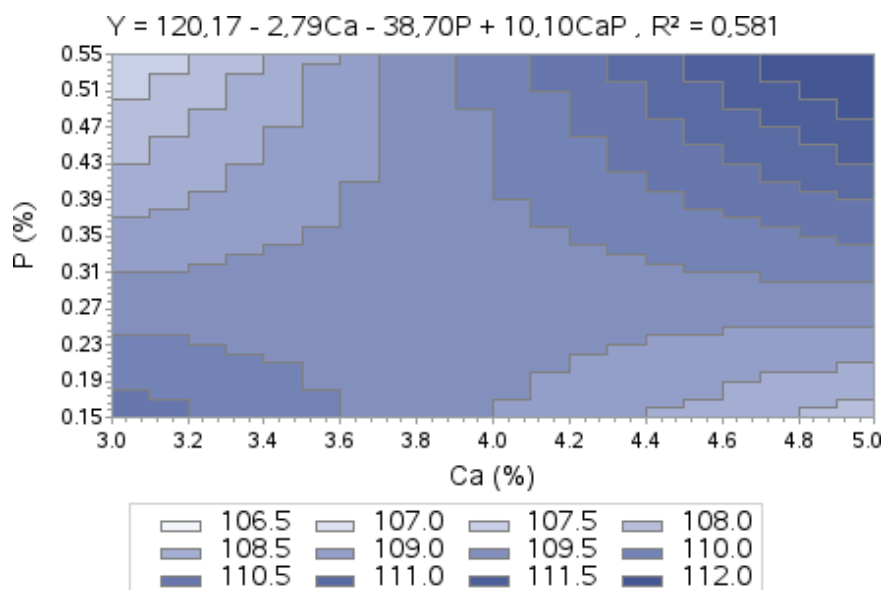
Não houve interação ($P>0,05$) entre as variáveis de desempenho produtivo estudadas em função da granulometria (Tabela 6).

Por outro lado, a granulometria do calcário influenciou determinadas variáveis da análise de qualidade do ovo, como; altura de albúmen, espessura da casca, peso da casca, porcentagem da casca e unidade Haugh (Tabela 7).

Observa-se que houve uma resposta positiva para a variável altura de albúmen quando utilizando apenas o calcário fino, da mesma forma com a variável unidade Haugh, uma vez que esta unidade está correlacionada à qualidade do albúmen.

Nossos resultados estão em conformidade com os de Murata et al. (2009), apresentando os melhores resultados quando utilizado os dois tipos de granulometria na ração, resultando também em melhores índices de peso do ovo e porcentagem da casca do ovo. Uma vez que, o uso da granulometria grossa, evitará desvio do cálcio ósseo no processo de formação da casca do ovo.

Figura 1 - Efeito da interação de Ca e P sob o consumo médio diário.



A conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos resultou em um ponto de sela, conforme está apresentado na figura 2. Porém houve piora na conversão quando combinado os níveis mais baixos com os mais altos de Ca (3.0%) e P (0.15%), ao passo que a combinações de níveis baixos de Ca e altos de P e vice-versa melhoram a conversão alimentar por dúzia independentemente do tipo de calcário utilizado.

O comportamento expresso na CA por dúzia de ovos produzidos, foi o mesmo para a análise de conversão por massa (Figura 3). Sendo que, níveis altos de Ca e a ausência de defeitos dos níveis de P sobre o consumo de ração, a produção de ovos e a massa de ovos podem influenciar no resultado desta variável (Costa et al. 2007).

Figura 2 - Efeito da interação de Ca e P sob a conversão alimentar por dúzia de ovos

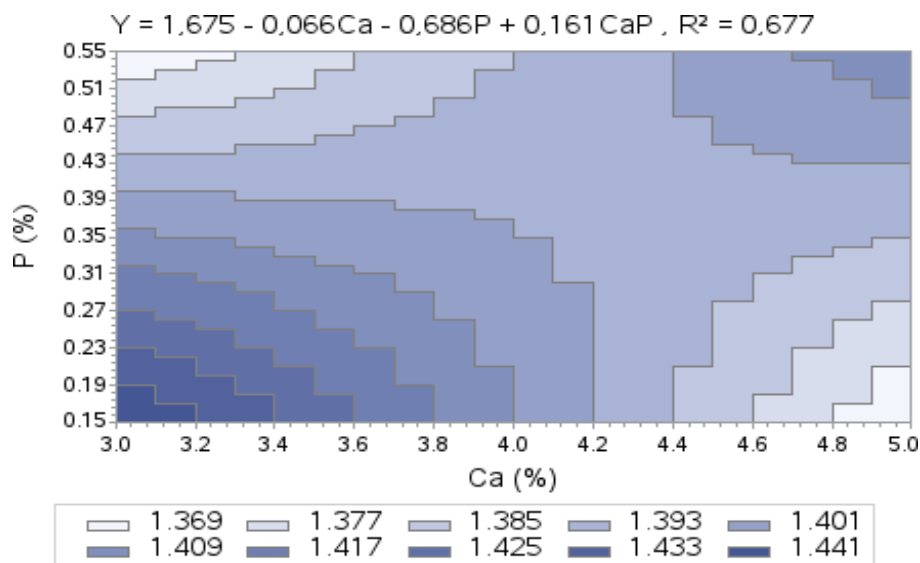
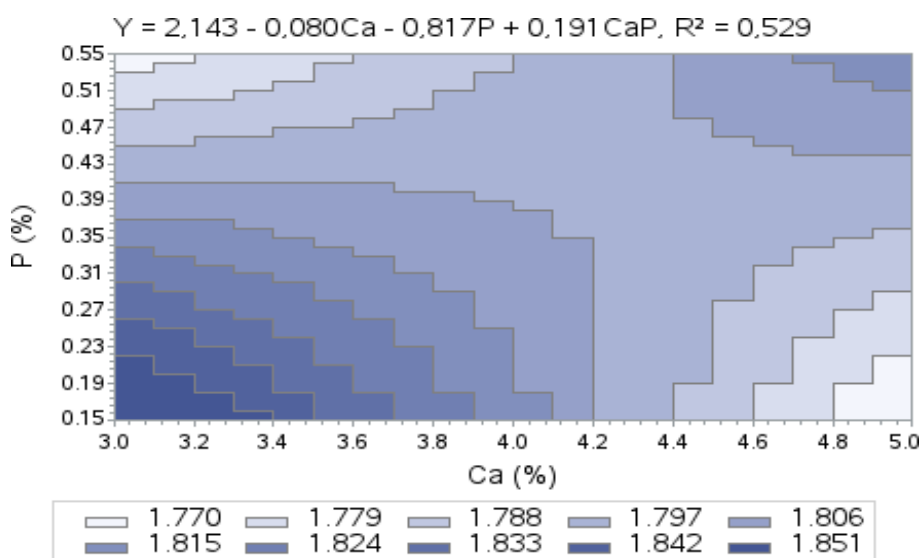


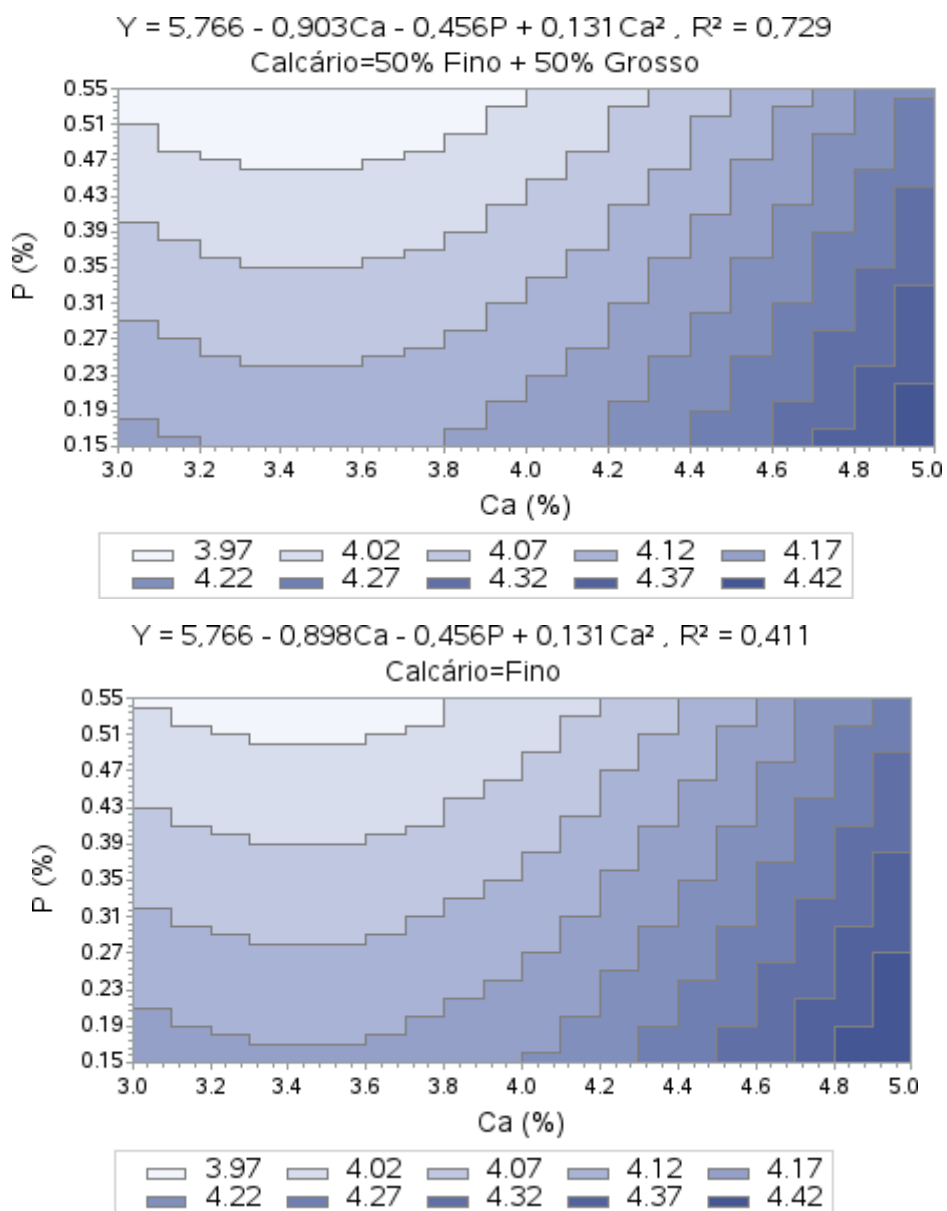
Figura 3 - Efeito da interação de Ca e P sob a conversão por massa.



A cor da gema é dependente e exclusivamente da genética da ave, no entanto, pode ser influenciada quanto ao tipo de alimentação ofertada a ave. Nisto, a variável Cor foi influenciada com a interação entre Ca e tipo de calcário. Entretanto, mesmo havendo efeito sobre essa interação, a diferença entre os calcários é insignificante. Além do mais, como não houve interação entre Ca e P, percebe-se que o acréscimo de P na dieta das aves reduz a cor, enquanto

para Ca observa-se um comportamento com ponto de mínimo por volta de 3,5% de Ca na dieta (Figura 4).

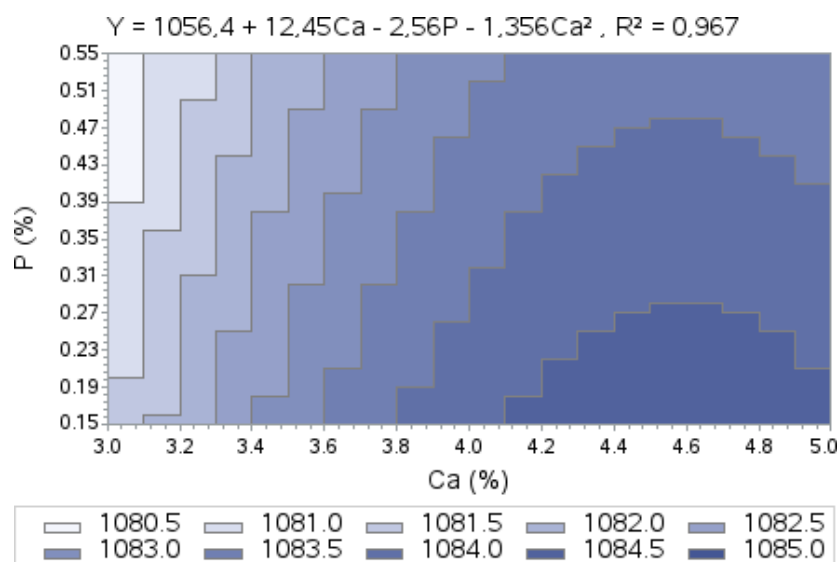
Figura 4 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a cor.



Para a variável densidade, na Figura 5 nos mostra que a medida que aumenta os valores P na dieta ocorre uma redução na densidade, ao passo que o efeito do Ca tem um comportamento quadrático com ponto de máximo próximo de 4,6% de inclusão.

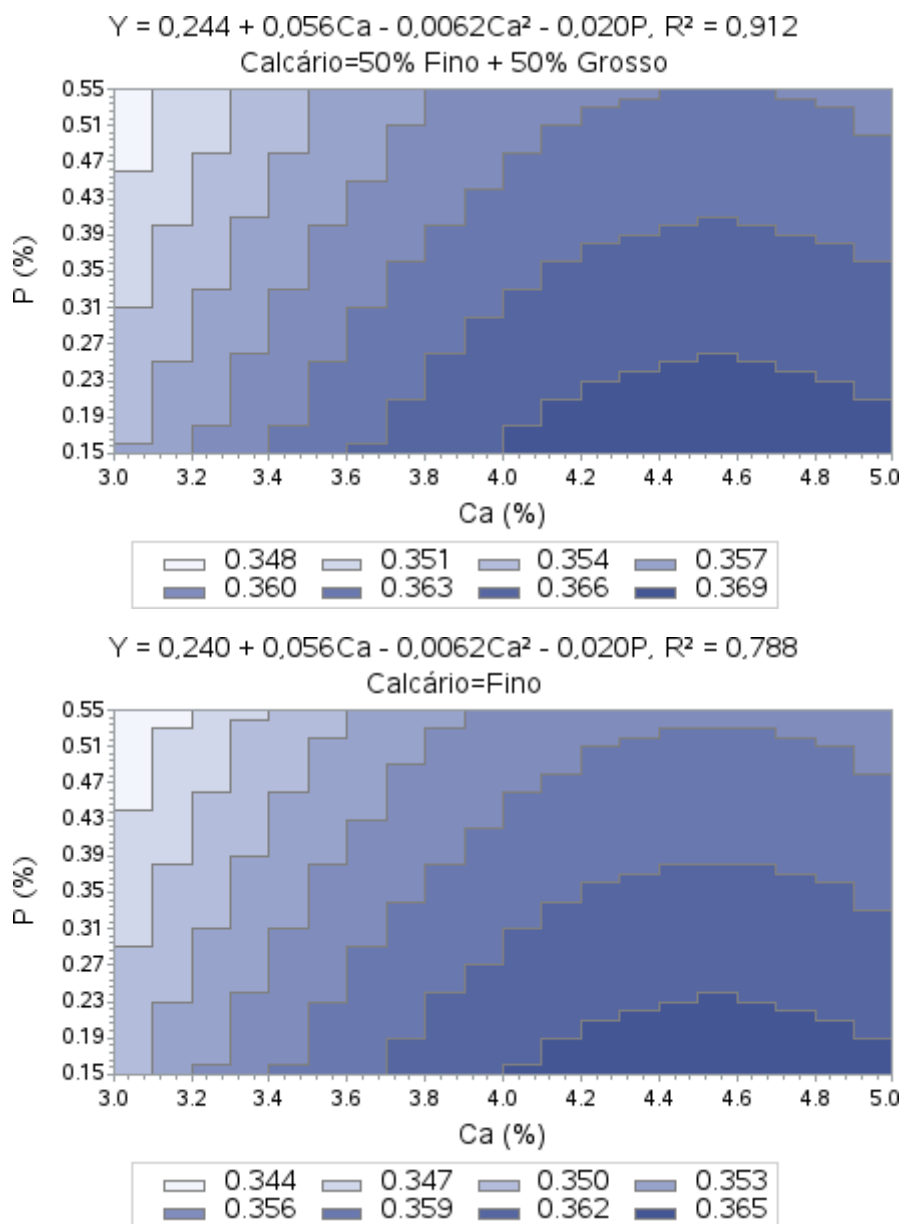
por gás, que reduz a densidade total. Araújo e Albino (2011), afirmam que quanto maior o peso específico, melhor será a qualidade da casca.

Figura 5 - Efeito da interação de Ca, P sob a variável densidade.



A combinação do calcário fino com calcário grosso apresenta um resultado positivo na análise da variável espessura da casca, ocorrendo um aumento na espessura de casca independente dos níveis de Ca e P utilizado na dieta. Em contrapartida, o nível de Ca apresenta um comportamento quadrático, sobre essa variável, com ponto de máximo espessura de casca, com 4,5% de inclusão de Ca na dieta das aves. Ou seja, quanto maior nível de P menor é a espessura de casca (Figura 6). Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por JardimFilho et al., 2005; Sander-Blade et al., 2009, ao avaliarem diferentes granulometria de calcário nas rações de poedeiras, indicaram que há uma boa resposta das aves poedeiras na qualidade da espessura da casca ao ingerirem determinados nutrientes.

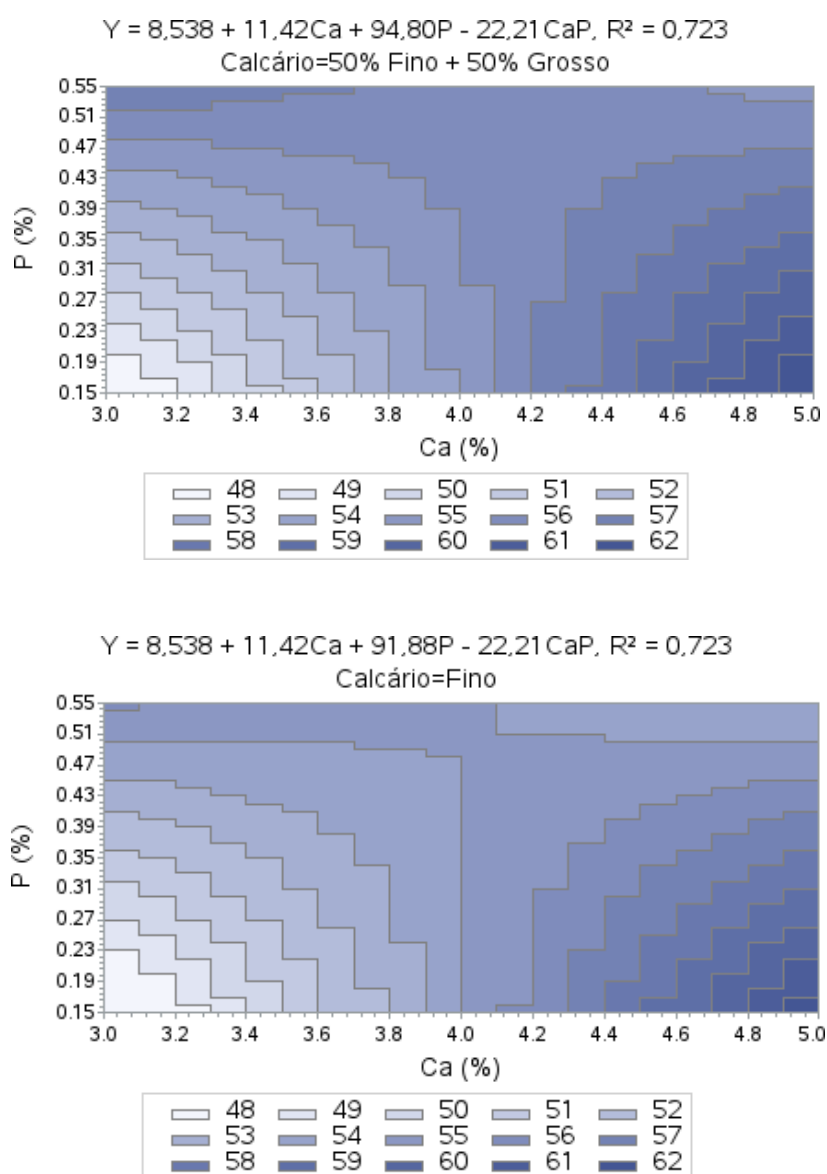
Figura 6 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a espessura da casca.



Na Figura 7, a interação do Ca e tipo de calcário e entre Ca e P proporcionaram efeitos positivos para a massa de ovo por ave/alojada. Nota-se que, valores baixos de Ca e P reduzem a massa de ovo/ave alojada, enquanto que níveis altos de Ca e baixos de P propiciam os melhores valores de massa de ovo/ave alojada. Este resultado é proveniente do nível de Ca que proporcionou maior produção e maior peso obtido neste ensaio, sendo que, aves mais velhas produzem ovos maiores, resultando em uma massa

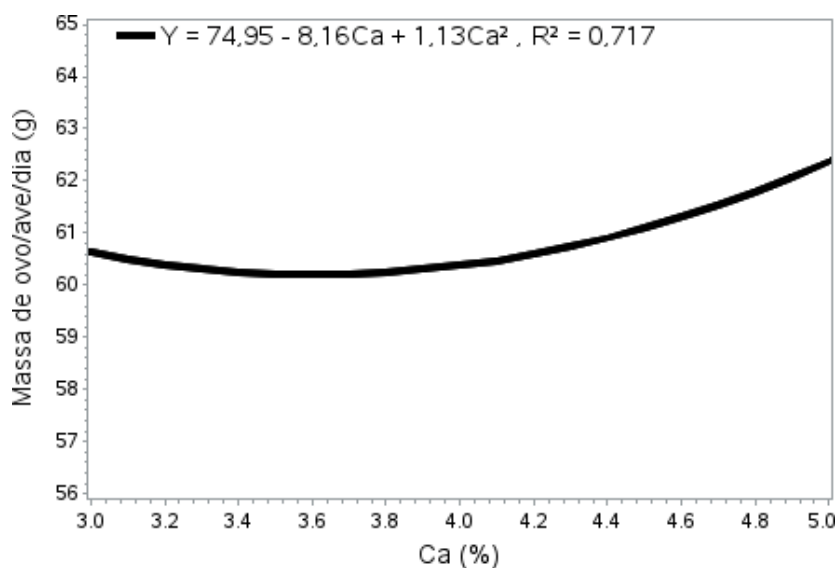
maior. Este resultado encontra-se em consonância com os ensaios realizado por Abdou et al., (1993), ao trabalharem com poedeiras leves e semipesadas no segundo ciclo de produção com diferentes concentrações e Ca, verificaram aumento no volume da massa de ovo a medida que os níveis de Ca foram sendo aumentados. Este aumento também foi influenciado à medida que as aves foram alcançando a maturidade física e o pico máximo de produção.

Figura 7 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a variável massa de ovo/ave alojada.



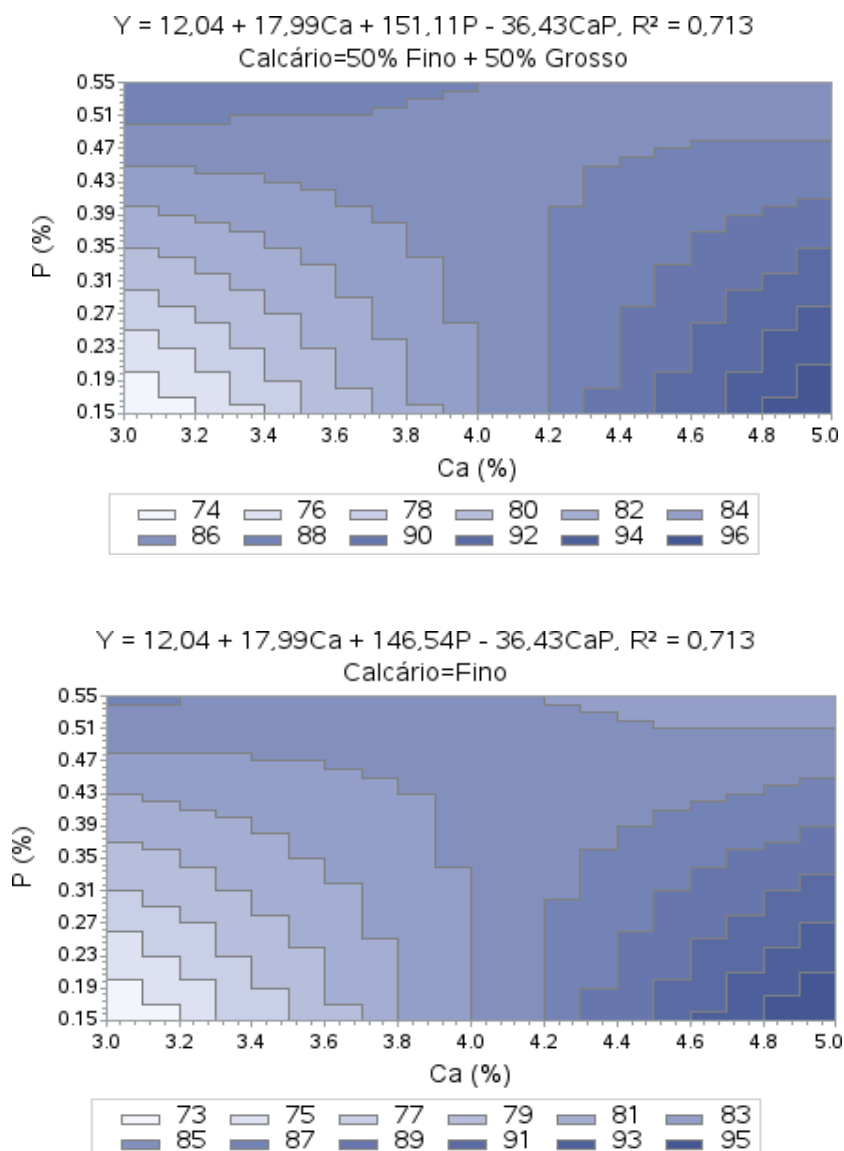
Na figura 8, apresentamos os resultados para a variável massa de ovo/ave dia, e observamos que há efeito significativo do Ca, cujo o ponto de mínimo ocorre com 3,6% de inclusão de Ca, independentemente do tipo de calcário. Este valor está bem próximo ao encontrado por Abdou et al., (1993), o qual obteve também um aumento na massa de ovo/ave dia em seu experimento na inclusão de 3,9% de Ca na dieta.

Figura 8 - Massa de ovo/ave dia em função do nível de Ca.



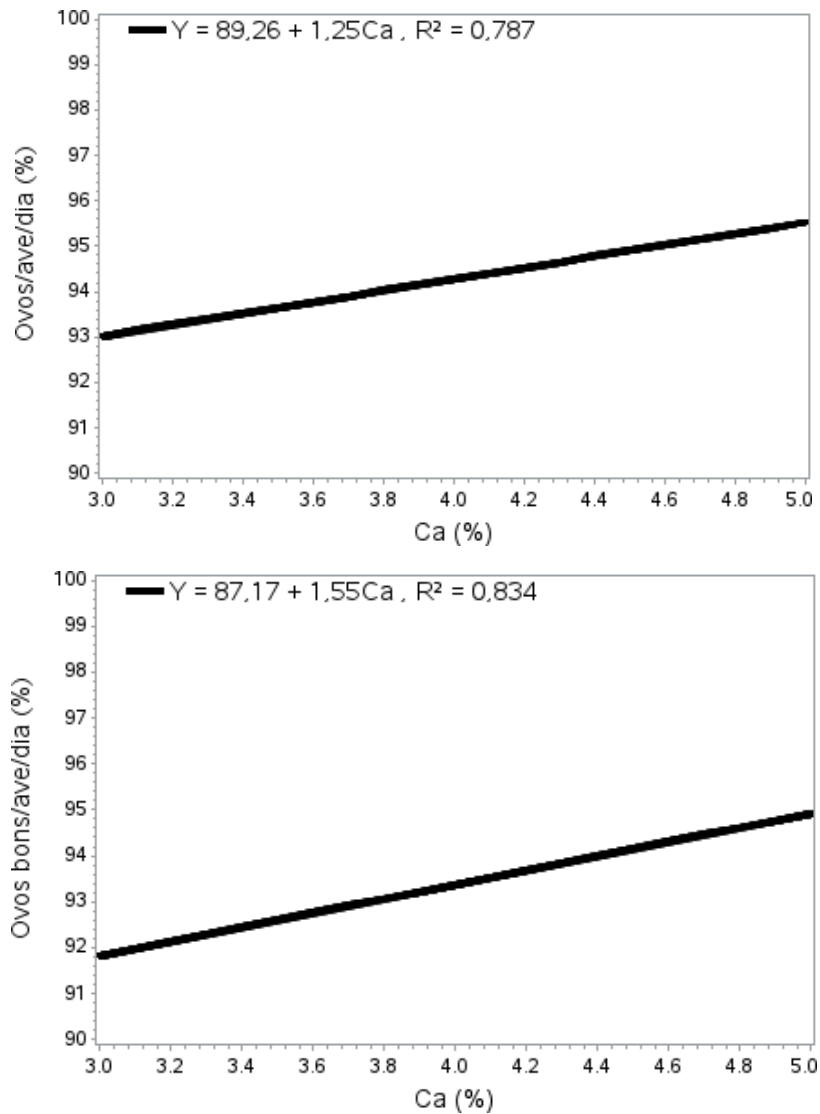
A interação do Ca e tipo de calcário e entre Ca e P proporcionaram efeitos positivos para a variável ovos por ave alojada, sendo similar ao comportamento da massa de ovos por ave alojada (Figura 9).

Figura 9 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a variável ovos ave/alojada.



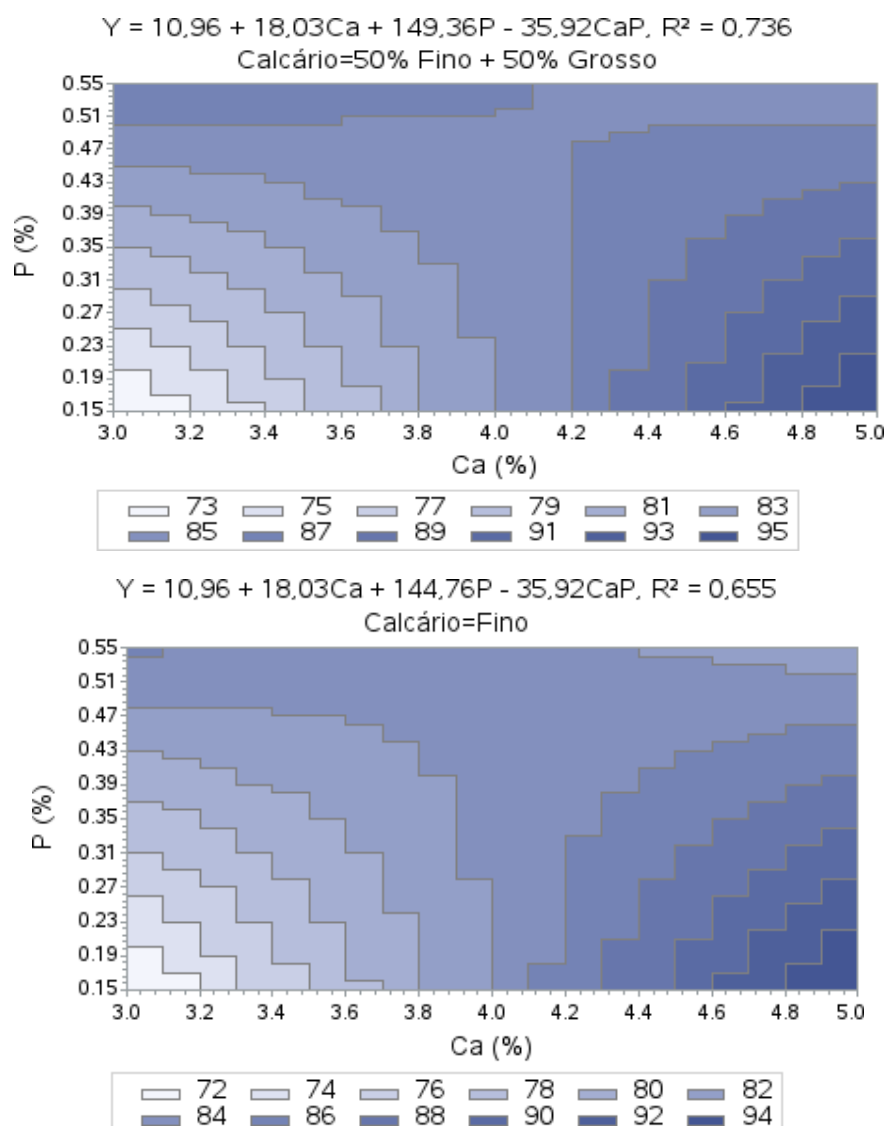
Houve efeito linear para a produção de ovos por ave/dia e ovos bons por ave/dia em função dos níveis de Ca na dieta. Com base neste resultado, para cada 1% de inclusão de Ca, há um acréscimo de 1,25% na produção de ovos/ave/dia e 1,55% de ovos bons/ave/dia (Figura 10). É necessário um aumento gradativo nas concentrações de Ca a medida que as aves envelhecem, uma vez que, a insuficiência do cálcio em galinhas poedeiras pode causar queda na produção do ovo principalmente em aves próximas do ciclo de produção.

Figura 10 - Ovos/ave/dia (a) e ovos bons/ave/dia (b) em função do nível de Ca.



A variável ovos bons por ave alojada apresentou comportamento idêntico ao da massa de ovos por ave alojada e ao de ovos por ave alojada (Figura 11).

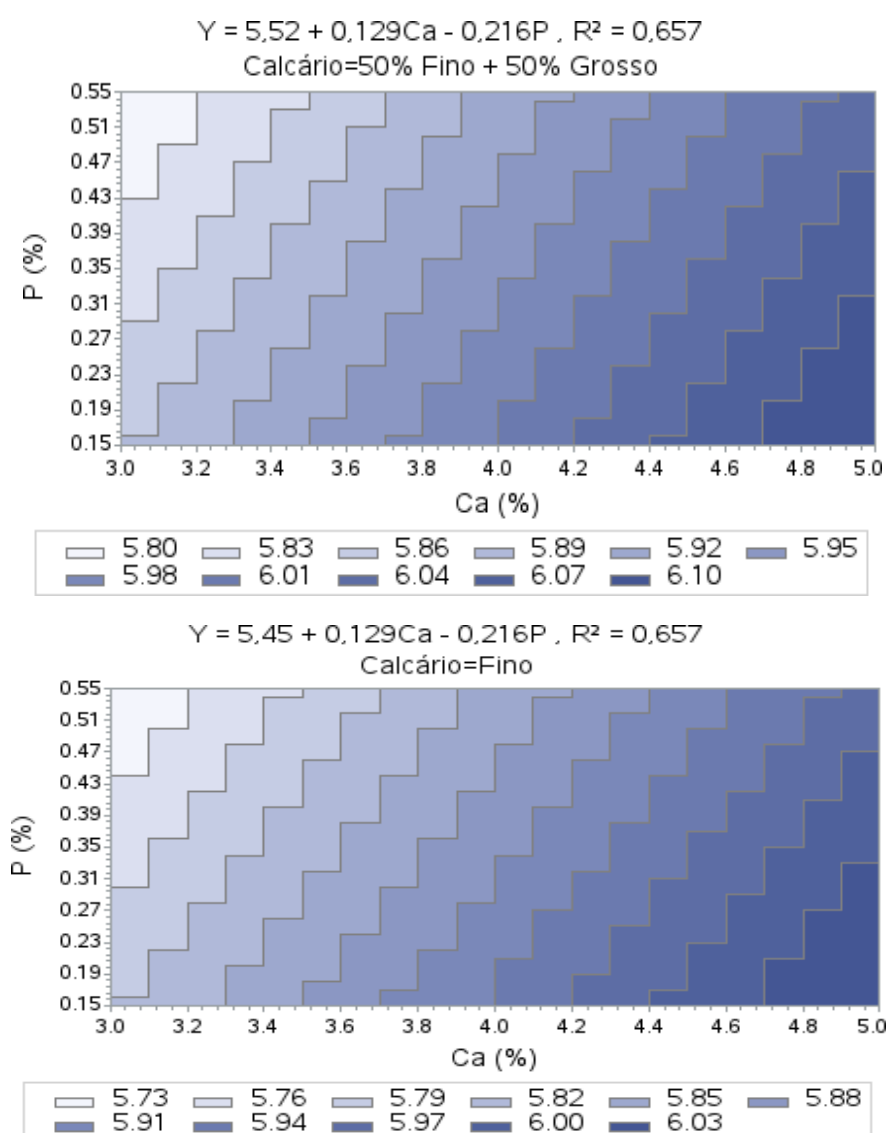
Figura 11 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob ovos bons por ave alojada



As variáveis peso do ovo, peso do albúmen e peso da gema não foram influenciados significativamente ($p > 0,05$) pelos fatores avaliados no experimento. Com base nos estudos realizados por Lemos et al., (2011), as dietas contendo 50% de calcário de granulometria grossa e 50% fina, resultaram uma piora nos resultados para característica peso do ovo, enquanto o uso de apenas calcário com granulometria mais grossa (2,00 mm) permitiu um maior depósito de cálcio na casca favorecendo o aumento do percentual de casca, conseqüentemente, o maior peso dos ovos. Por outro lado, neste ensaio, ao utilizar o calcário grosso com calcário fino, propiciou cascas de ovo com maior

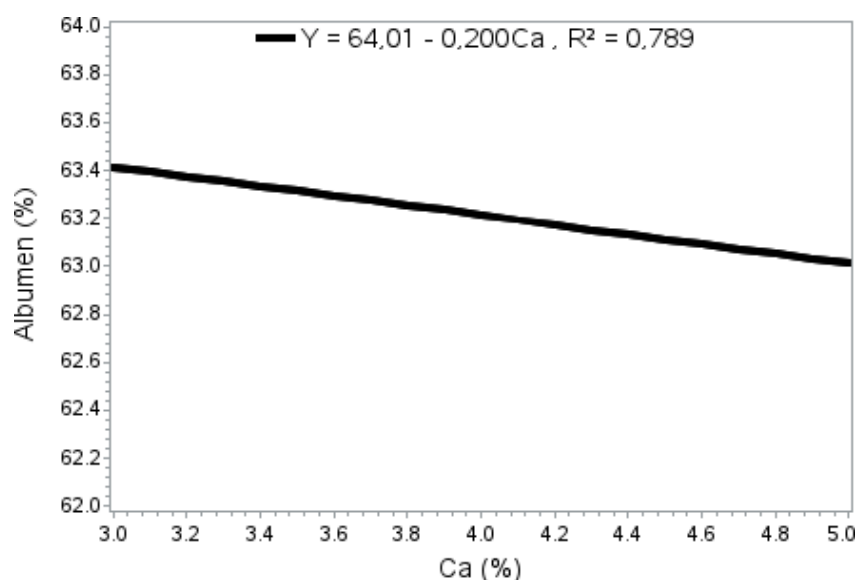
peso do que daquelas aves alimentadas com calcário fino. Com isso, a inclusão de Ca na dieta propicia aumento do peso da casca do ovo, ao passo que a inclusão de P reduz o peso da casca do ovo (Figura 12). Assim, as partículas da fonte de cálcio para as galinhas devem ser grandes o suficiente para serem retidas na moela durante o período noturno e a liberação e a absorção de cálcio ocorram durante todo o processo de formação da casca do ovo (ROLAND, 1984).

Figura 12 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob as variável Peso da Casca do ovo.



Houve efeito linear de ordem decrescente da análise de regressão para a variável porcentagem de albúmen em função do aumento crescente nos níveis de Ca na dieta (Figura 13). Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al., (2015), após a inclusão de níveis crescentes de cálcio na dieta, a porcentagem de albúmen dos ovos armazenados foi diminuindo. Esta porcentagem de albúmen pode sofrer alteração, em seu período de estocagem, em razão da desidratação devido à perda de CO₂ e água para o ambiente através dos poros da casca (FREITAS et. al., 2011).

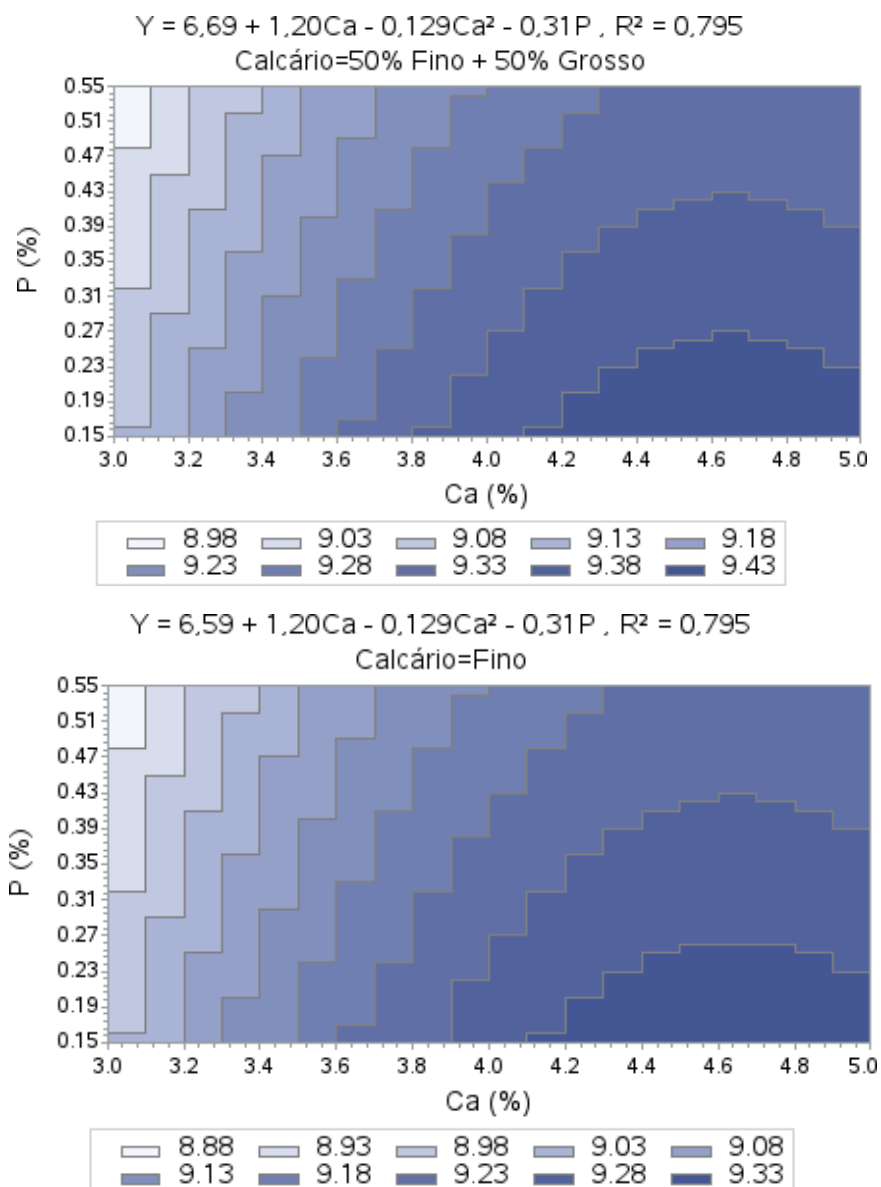
Figura 13 - Porcentagem de albúmen em função do nível de Ca da dieta.



A avaliação detalhada da porcentagem de casca dos ovos mostrou não haver interação entre Ca, P ou tipo de calcário, sendo que houve efeito quadrático de Ca com ponto de máximo em 4,6% de inclusão de Ca na dieta das aves e efeito linear negativo relativo a inclusão de P. O calcário fino apresenta valores menores de porcentagem de casca do que a mistura de calcário fino com grosso independentemente dos níveis de inclusão de Ca e P na dieta, o que torna viável a adição de granulometrias maiores de calcário, principalmente em aves mais velhas, uma vez que a qualidade da casca do ovo é influenciada

pela idade das aves, para assim, obtermos melhores resultados nesta variável, fato este já evidenciado em outras pesquisas (Figura 14).

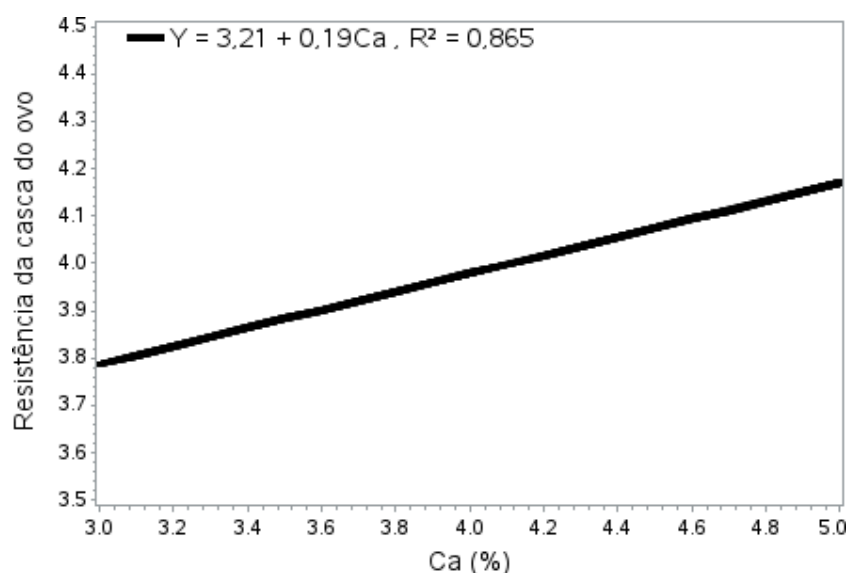
Figura 14 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a variável porcentagem de casca do ovo.



Bem sabemos que a idade da ave pode influenciar significamente na qualidade da resistência da casca do ovo. Estudos realizados por Riley et al. (2014), ao analisarem a espessura da casca, concluíram que ovos de galinhas mais velhas são maiores, e por isso o diâmetro dos poros aumenta, tornando a

casca menos resistente. Neste ensaio, o Ca é o único componente que afetou a resistência da casca, sendo que para cada 1% de inclusão ocorre aumento de 0,19 unidade na resistência da casca do ovo (Figura 15). Cufadar et al., (2011), ao avaliarem três concentrações de Ca (30, 36 e 42 g/kg Ca) e três granulometrias de calcário (2,00 mm; 2,50 mm; 5,00 mm) para poedeiras com 60 semanas de idade, obtiveram efeitos positivos sobre a resistência da casca do ovo com granulometrias média (2,50 mm) e grande (5,00 mm) de calcário e com uma concentração de 36 g/kg Ca.

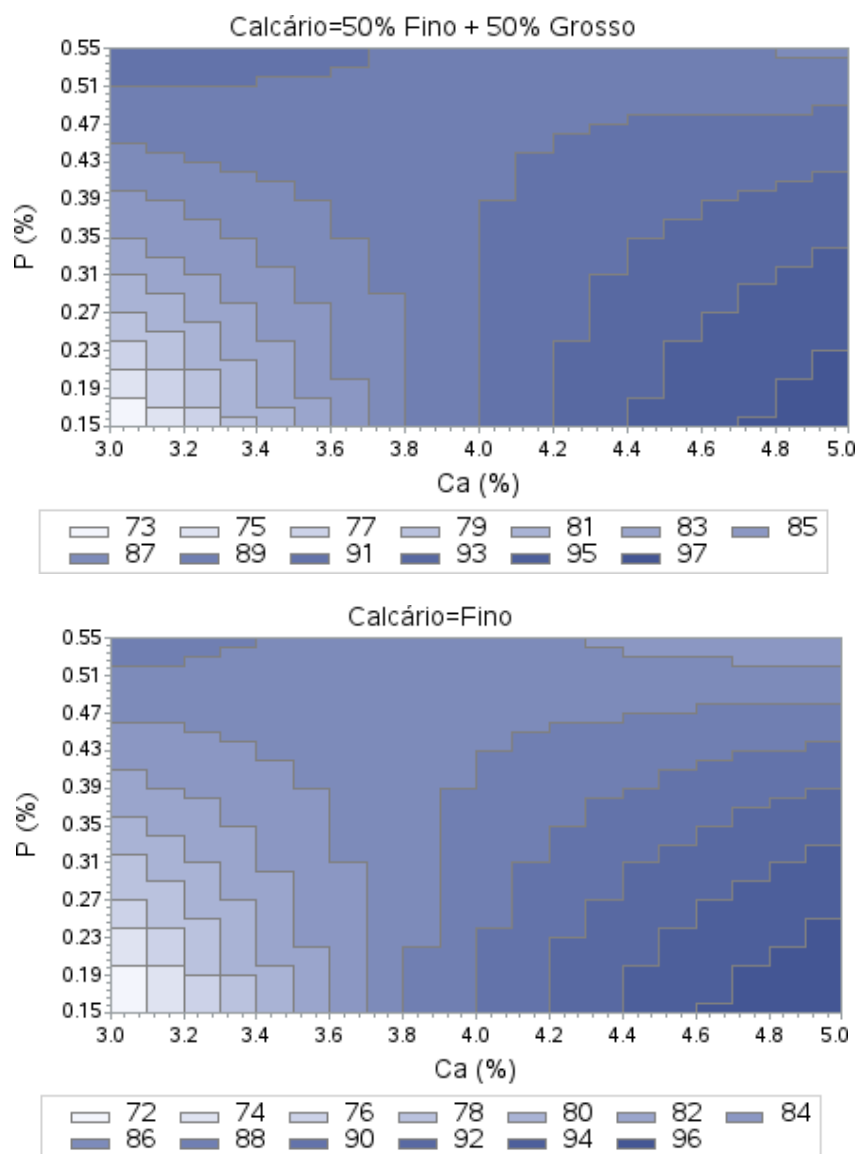
Figura 15 - Resistência da casca em função do nível de Ca da dieta.



A avaliação da viabilidade das aves na última data de coleta mostrou efeito significativo ($p \leq 0,05$) de Ca, de $Ca \times P$ e de $P \times$ Calcário pelo teste de Qui-quadrado.

Na Figura 16 mostra o detalhamento desse resultado, indicando que doses mais altas de Ca combinada com baixas doses de P propiciaram as maiores viabilidades das aves. Doses mais altas de P combinadas com baixas doses de Ca também aumentam a viabilidade, mas em menor proporção do que a primeira opção. A viabilidade é uma variável de grande relevância na avicultura e que deve ser bem analisada, uma vez que é escassa os trabalhos científicos em se trata da interação de nutrientes como estes estudados.

Figura 16 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob a viabilidade das aves.



Em se tratando das variáveis de resistência óssea, os níveis de Ca e/ou P, ou suas interações com tipo de calcário afetaram significativamente todas as variáveis de resistência óssea, exceto para o peso do úmero/g.

A Tabela 8 nos mostra os resultados de qualidade e resistência óssea de galinhas poedeiras leves para efeito de calcário. Com base nos resultados não foi observada diferença ($P>0,05$) entre os diversos tratamentos. Ou seja, as diferentes granulometrias de calcário não interferiram na qualidade óssea das poedeiras.

Tabela 8: Qualidade e resistência óssea de galinhas poedeiras leves em função da granulometria do calcário.

Variável	Granulometria do Calcário		Pr>F
	50% Fino+50% Grosso	100%Fino	
Área da Tíbia (kg/mm)	12.81±0.65	14.01±0.64	0.1481
Comprimento da Tíbia (mm)	117.4±0.31	117.7±0.36	0.4650
Comprimento do úmero (mm)	74.90±0.23	75.29±0.23	0.2010
Distancia da Tíbia (mm)	1.414±0.044	1.474±0.041	0.2872
Flexibilidade (kgf/mm)	12.24±0.33	12.10±0.30	0.7448
Força da Tíbia (Kgf)	16.54±0.39	17.17±0.44	0.2177
Peso da Tíbia (g)	8.638±0.057	8.739±0.069	0.1999
Peso do úmero (g)	3.507±0.091	3.448±0.061	0.5972

Jardin Filho et al., (2005), ao avaliarem diferentes fontes de calcário calcítico com diferentes faixas granulométricas (fino, médio, pedrisco) sobre a resistência óssea em galinhas poedeiras em dois ciclos de produção, notaram que não houve efeito positivo na análise de resistência óssea em aves mais jovens, enquanto que em aves com idades de 54 a 57 semanas tiveram valores consideráveis quando utilizaram o tratamento com calcário de granulometria pedrisco. Mesmos resultados foram encontrados por Fleming et al. (1998), quando tratados em aves mais velhas.

Nas Tabelas 9a e 9b são apresentados os níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise da variância das 9 variáveis de qualidade óssea avaliadas. Observa-se que houve efeito significativo ($p\leq 0,05$) de bloco para 4 variáveis (comprimento da tíbia, comprimento do úmero, flexibilidade e peso da ave). Para o componente linear de Ca, foram 4 variáveis afetadas (área da tíbia, flexibilidade, força da tíbia e peso da ave), e para o mineral P 4 variáveis (comprimento da tíbia, flexibilidade, força da tíbia e peso da tíbia), já para o

calcário nenhuma variável foi afetada. No entanto, Safaa et al., (2008), ao avaliar diferentes níveis de Ca (3,5 e 4,0 %) para poedeiras com idades de 58 a 73 semanas de idades não encontraram efeitos significativos quando analisados as características da tibia. Todavia, nos estudos realizados por Araujo et al., (2011), sob os níveis de Ca e calcário, foi evidenciado efeito significativo da interação entre nível de cálcio e granulometria do calcário para a resistência à quebra da tibia, a densidade óssea

Os efeitos de Ca e/ou P, ou suas interações com tipo de calcário afetaram significativamente todas as variáveis, exceto peso do úmero. Uma vez mais, Araujo et al., (2011), reforça a ideia que uma boa relação Ca:P e a oferta de calcário com granulometria maior melhorou a resistência óssea das poedeiras ao final do ciclo produtivo.

Tabela 9a. Níveis descritivos da análise da variância para a qualidade óssea de poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade

Causa da Variação	Área da Tibia (kg/mm)	Comp. Tibia (mm)	Comp. Úmero (mm)	Dist. da Tibia (mm)	Flexibilidade (kgf/mm)
Bloco	0.4571	0.0139	0.0199	0.0691	<.0001
Ca	0.0100	0.1014	0.2764	0.3365	0.0045
P	0.1261	0.0439	0.0672	0.8387	0.0498
Calcário	0.1481	0.4650	0.2010	0.2872	0.7448
CaxP	0.5418	0.1928	0.0414	0.5459	0.7886
CaxCalcário	0.5289	0.2393	0.1624	0.4053	0.3974
PxCalcário	0.1664	0.0089	0.1919	0.0983	0.2924
CaxPxCalcário	0.0663	0.0882	0.0582	0.1729	0.7633

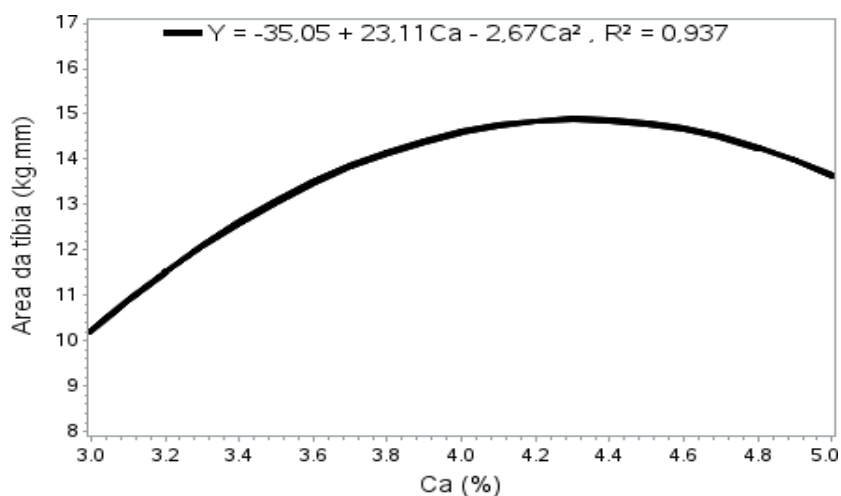
Tabela 9b. Níveis descritivos da análise da variância para a qualidade óssea de poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade.

Causa da Variação	Força da Tibia (Kgf)	Peso. Tibia (g)	Peso da ave (g)	Peso do úmero (g)
Bloco	0.9471	0.0645	<.0001	0.1677
Ca	<.0001	0.2511	0.0220	0.3434
P	0.0025	0.0004	0.5229	0.2475
Calcário	0.2177	0.1999	0.7523	0.5972
CaxP	0.7407	0.2096	0.8624	0.3585
CaxCalcário	0.7516	0.8467	0.7652	0.8267
PxCalcário	0.4465	0.0048	0.1404	0.9289
CaxPxCalcário	0.0200	<.0001	0.0195	0.3404

Na avaliação da área da Tíbia (kg/mm), conforme está apresentado na figura 17, observa-se que houve efeito linear e quadrático de nível de Ca da dieta, afetando essa variável, sendo que ela apresentou ponto de máximo em 4,3 % de Ca na dieta.

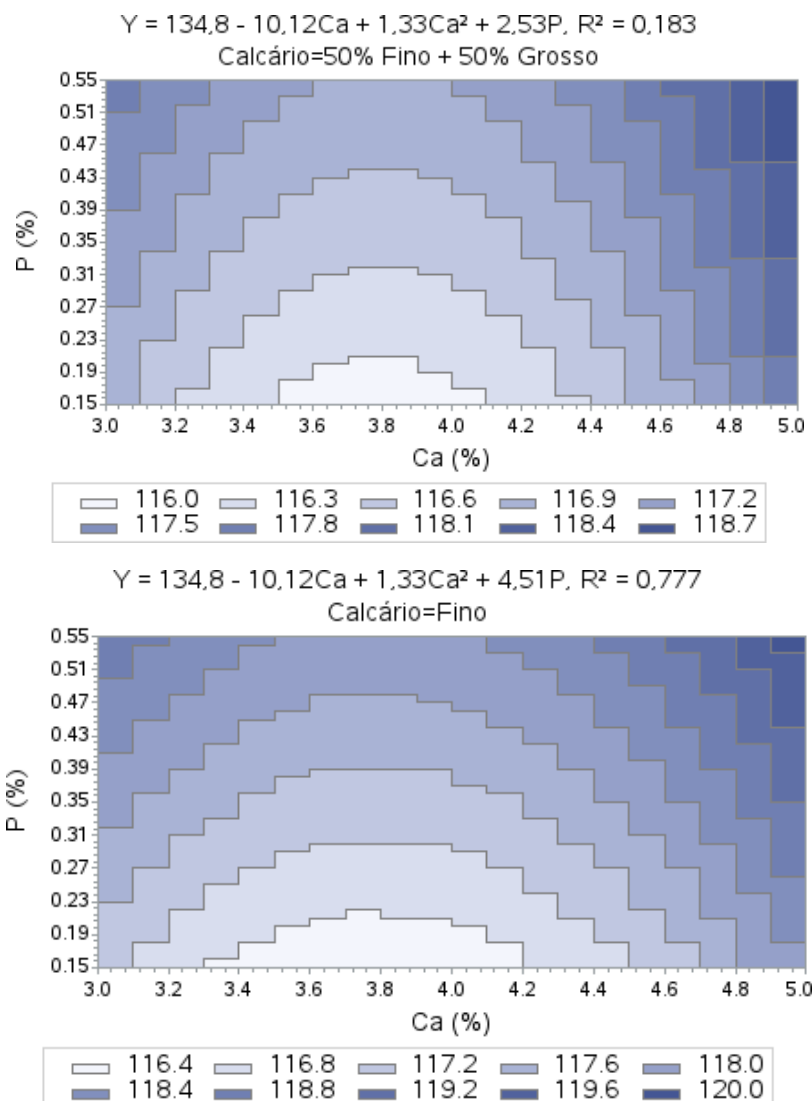
Uma boa concentração de Ca nas dietas destas aves, irampromover um melhor índice de calcificação na área da tíbia, e promover redução de casos como a discondroplasia tibial.

Figura 17 - Efeito do Ca sob a área da tíbia.



Para a variável comprimento da tíbia, houve um efeito quadrático de nível de Ca na dieta, com ponto de mínimo em 3,8%. Houve também efeito linear de P com a granulometria do calcário, ou seja, a mistura de calcário fino com calcário grosso o P não afetou essa variável. No entanto, para o calcário fino, quanto o maior os níveis de P na dieta, maior será o comprimento da tíbia (Figura 18). Estes resultados estão em conformidade com os de Geraldo et al, (2006), ao analisarem diferentes níveis de cálcio e granulometrias do calcário, as aves que receberam calcário na granulometria fina nas fases de cria e recria apresentaram maiores teores de fósforo na tíbia, conseqüentemente um maior comprimento.

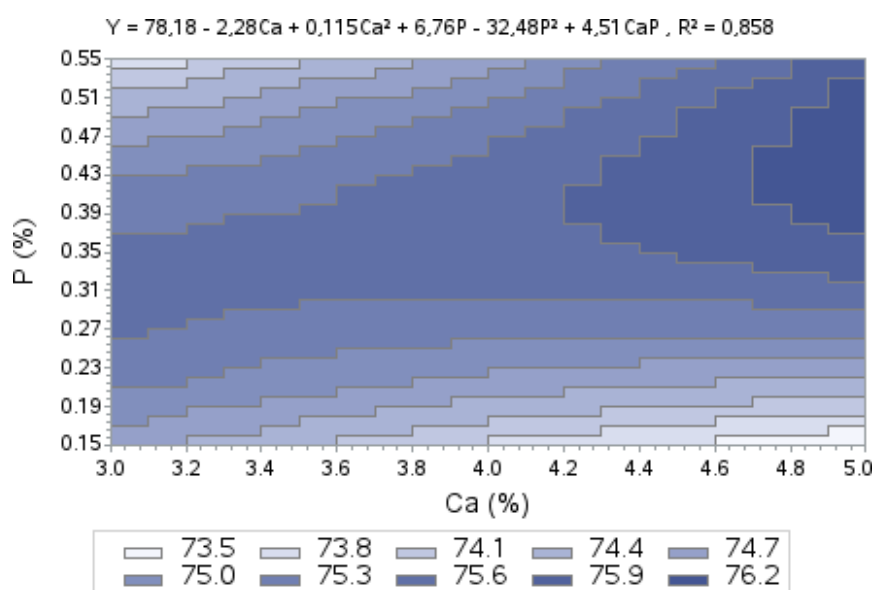
Figura 18 - Efeito da interação de Ca, P e granulometria de calcário sob o comprimento da tíbia (mm).



O Comprimento do úmero (mm) sofreu influência quadrática de Ca e de P além da interação entre esses fatores. Do mesmo modo, observa-se que a combinação de níveis altos de Ca e baixos de P e de níveis baixos de Ca e altos de P reduzem o comprimento do úmero. Em contrapartida, combinação de níveis de 0,43 % de P com 5 de Ca proporcionam o maior comprimento úmero (mm) (Figura 19).

O úmero torna-se um osso medular extra que propicia um efeito protetor sobre o osso cortical, diminuindo, assim, a reabsorção das superfícies do osso cortical exposto à ação dos osteoclastos, propiciando uma melhor qualidade óssea e resistência final da postura (Fleming et al., 2003). O que torna necessário uma ideal relação Ca:P para obter bons resultados ósseo.

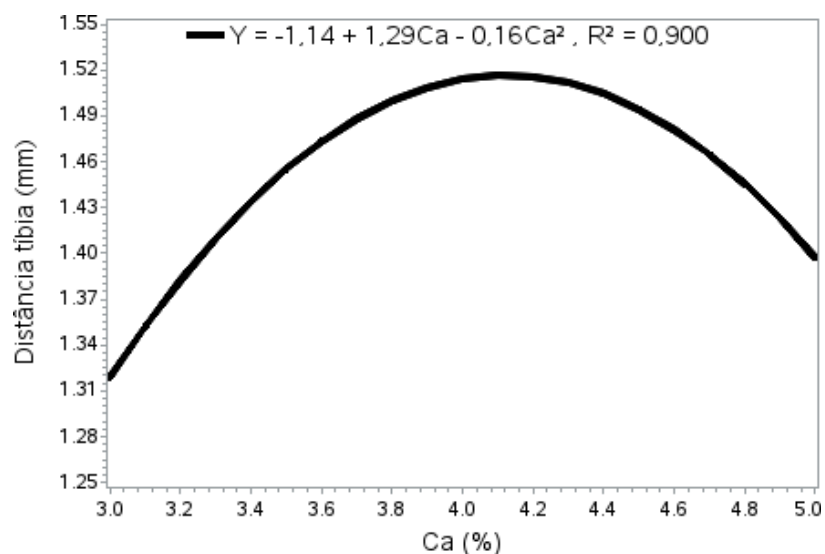
Figura 19 - Efeito da interação de Ca e P sob o comprimento do úmero (mm).



Fleming et al., (2003), também orienta uma boa combinação de vitamina K3 com o calcário, uma vez que propicia um aumento na densidade óssea da tíbia e do úmero.

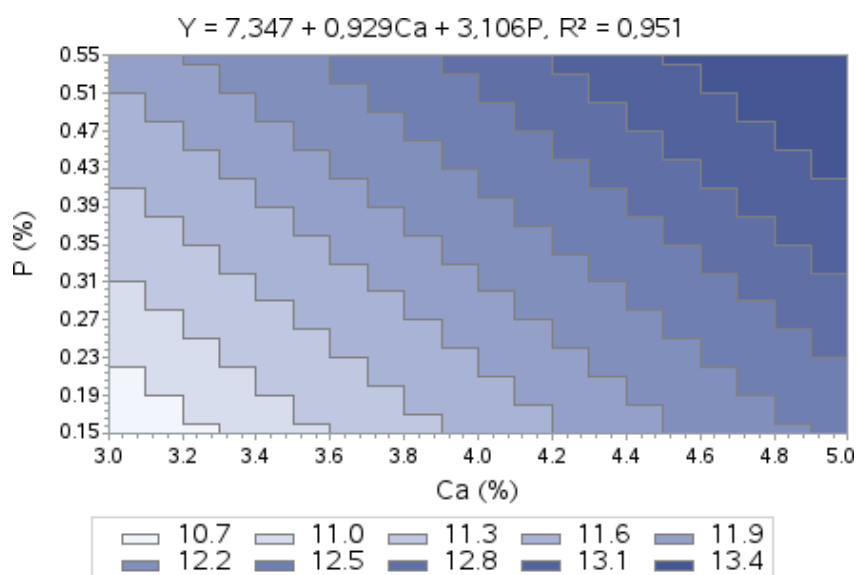
Na figura 20, observamos a distância da tíbia, variável afetada pelo componente quadrático de Ca, tendo ponto de máximo ao redor de 4,0% de nível de Ca na dieta. Esta variável irá, posteriormente, influenciar na flexibilidade da tíbia no seu momento de quebra, originando o valor da flexibilidade.

Figura 20 - Distância da tíbia em função do nível de Ca da dieta



E com base na figura 21, nos mostra que a medida que aumentam o P e o Ca na dieta ocorre aumento na flexibilidade da tíbia. Este aumento poderá causar deformidade óssea nas aves, pois esta variável está intrinsicamente relacionada a resistência a quebra do osso.

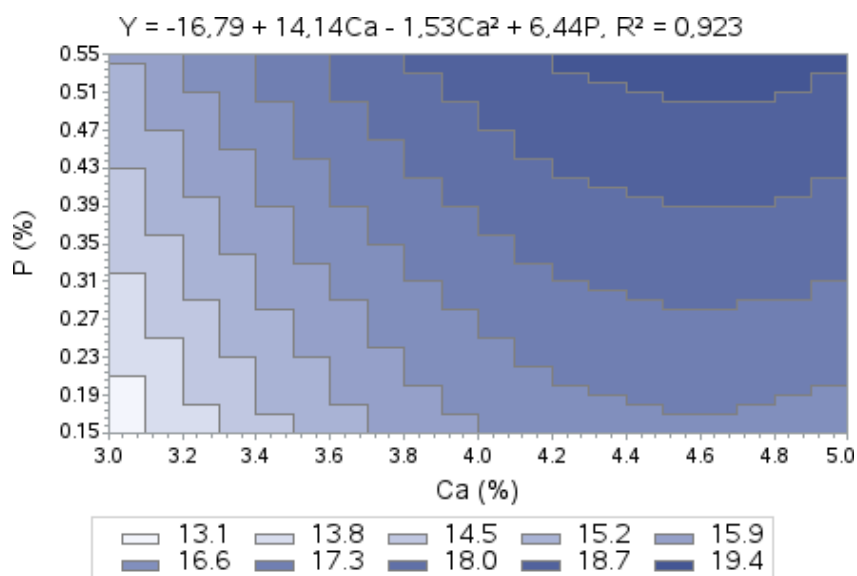
Figura 21 - Efeito da interação de Ca e P sob a flexibilidade da tíbia.



A descrição do resultado da variável força de quebra da tíbia, representado na figura 22, mostra que o nível de Ca apresenta um

comportamento quadrático sobre essa variável, com ponto de máximo de em 4,6% de inclusão de Ca na dieta das aves e quando for maior nível de P, maior é a força de quebra da tibia. Estudos realizados por Pinheiro et al., (2011), ao utilizar uma concentração de 0,14% de P apresentou a menor deposição de fósforo na tibia, demonstrando que este nível não foi suficiente para promover adequada mineralização óssea

Figura 22 -- Efeito da interação de Ca e P sob a força de quebra da tibia.

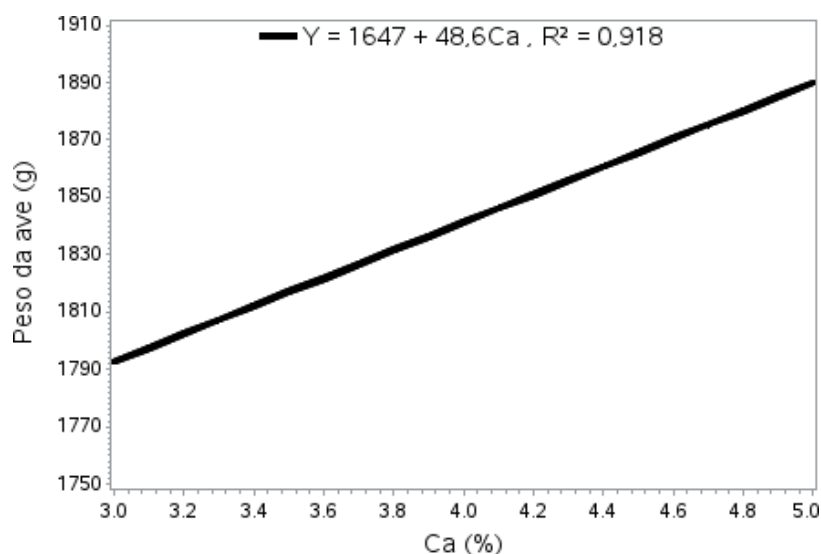


Outro fator que possa influenciar na resistência a quebra da tibia, é a granulometria do calcário. Estudos realizados por Araújo et al., (2011), relataram que a inclusão de calcário de granulometria maior, melhora a resistência desses ossos a quebra no final do ciclo de produção (70 semanas). Da mesma forma, Saunders-Blades et al., (2009), observaram que dietas contendo granulometria maiores, reduzem os casos de osteoporoses e melhora o bem-estar das aves.

Os pesos das aves estudadas aumentaram linearmente em função do aumento de Ca da dieta (Figura 23). É sabido que este mineral está diretamente relacionado com o desempenho das aves, pois está presente em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, com funções importantes na reprodução, no crescimento, no metabolismo energético (Pinto et al., 2019).

Com base nos estudos realizados por Vellasco et al., (2016), dietas contendo 4,5% de cálcio e relação Ca:P de 12,12:1, correspondendo ao consumo de cálcio de 3,71 g/ave/dia e de fósforo de 306 mg/ave/dia, garantem desempenho satisfatório em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas. Geraldo et al., (2006), também identificou um aumento no peso das aves a medida que os níveis de Ca foram subindo.

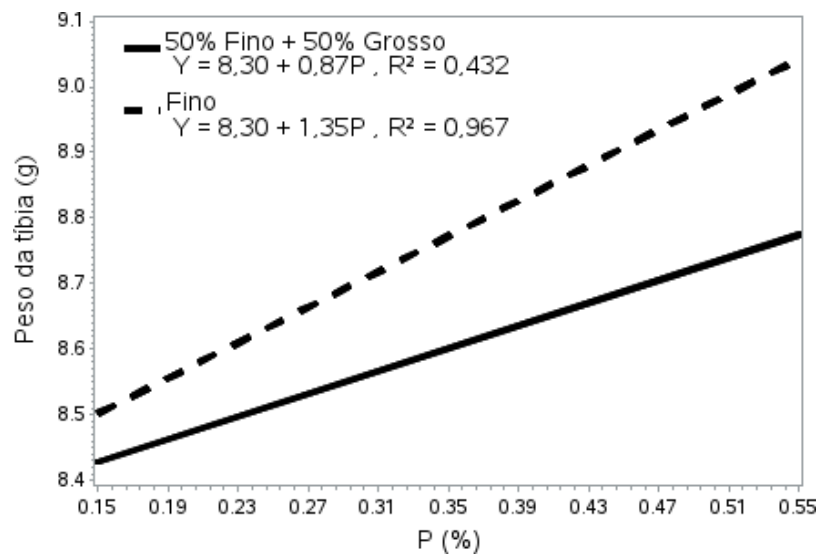
Figura 23 - Efeito dos níveis de Ca sob o peso da ave.



Outro aspecto importante que alguns estudos nos trazem, é que os efeitos dos níveis de Ca e P para a variável peso da ave, pode ser influenciada pelo tamanho do esquelético da galinha, que impõe as reservas de Ca que terá durante o pico de produção de ovos (Coelho, 2001)

O efeito de nível de Ca sobre o peso da tibia é apresentado na Figura 24, indicando que o efeito desse mineral é mais efetivo nas dietas com calcário fino do que daquelas com a mistura de calcário fino e grosso. Resultados contrário foram observados por Geraldo et al., (2006). Com base em seus resultados, os teores de cálcio e fósforo na tibia não foram alterados em nenhum dos tratamentos, não ocorrendo interação níveis de cálcio x granulometrias do calcário nem efeitos independentes ($P > 0,05$). No entanto, Pastore (2010), ao estudar apenas as concentrações de cálcio e relações Ca:Pd para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas, não observou efeito significativo sobre o peso da tibia.

Figura 24 - Peso da tibia em função do nível de Ca e granulometria do calcário da dieta.



CONCLUSÃO

Para as galinhas de postura leves com idade de 50 a 69 semanas, recomendamos à inclusão de 4,42% de Ca e 0,35% de P e a relação Ca:P de 12,6:1%. Além disso, a granulometria 50% CF + 50% CG é a melhor para manter a qualidade do ovo e manutenção do tecido ósseo destas aves.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este ensaio, ao estudar e avaliar as diferentes relações de cálcio e fósforo na dieta de galinhas poedeiras leves, verifica-se que cada uma delas age de forma singular, atuando individualmente ou coletivamente na dieta. Atualmente os pesquisadores ainda discordam da relação e de concentrações do cálcio e do fósforo, uma vez que o Ca possui granulometria e solubilidade diferente nas diferentes fases de produção da ave, pontos relevantes que influenciam no desempenho da ave e que está associado a qualidade da casca dos ovos e da resistência óssea. Com os resultados obtidos neste ensaio, será possível obter formulação próxima a exigida pelas galinhas poedeiras leves, obtendo resultados significativos para o desempenho, qualidade do ovo e uma estrutura óssea mais rígida, privando do excesso ou falta destes minerais, reduzindo os índices de absorção de outros nutrientes e a excreção no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2021. Disponível em https://abpa-br.org/wpcontent/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf.

Acesso em: 25 jan. 2022.

ALMEIDA, R. L. **Níveis de cálcio e relação cálcio: fósforo disponível em rações para galinhas poedeiras leves no segundo ciclo de produção.** Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 2011.

ARAUJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L; LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. R. A. **Fontes de Minerais para Poedeiras.** Acta Veterinaria Brasilica. Mossoró, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

ARAUJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L; LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. R. A. Fontes de Minerais para Poedeiras. **Acta Veterinaria Brasilica.** Mossoró, v.2, n.3, p.53-60, 2011.

CARVALHO, FB, JH STRINGHINI, RM JARDIM FILHO, NSM LEANDRO, MB CAFÉ E HASB DEUS. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, 8: 25-29. 2007.

AZIZ-ABDUL, T. A. Cage layer fatigue is a complicated problem. **Word Poultry Science.** J. 14: 56-58. 1998.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos.** 1.ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 301p.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos.** 2.ed. Lavras: UFLA, 2012. 372p.

BORRMANN, M. S. L.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, B. L. **Efeitos da Adição de Fitase com Diferentes Níveis de Fósforo.** Disponível em Rações de Poedeiras de Segundo Ciclo. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.25, n.1, p.181-187, 2001.

CARVALHO, F. B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R. M.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. ; BORGES DE DEUS, H. A. S. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 25-29, 2007.

CARVALHO, L. S. S. Qualidade de ovos e desempenho produtivo de poedeiras em segundo ciclo de postura alimentadas com microminerais quelatados a aminoácidos. **Cienc. anim. bras., Goiânia**, v.17, n.4, p. 491-500 out./dez. 2016.

COOK, M. E. Skeletal doformities and their causes: Introduction. **Poultry Science, Champaign**, v. 79, n. 7, p. 982-984, 2000.

COSTA, F. G. P. OLIVEIRA C. F. S. DOURADO, L. R. ., LIMA NETO, R. C. Níveis de cálcio em dietas para poedeiras semipesadas após o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37: 624-628. 2008

FIGUEIREDO, J, P, J., Níveis de minerais orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia Dez.** 2010.

FIGUEIREDO, T.C. ; CANÇADO, S.V. ; VIEGAS, R.P; RÊGO, I.O.P; . LARA, L.J.C; SOUZA, M.R.; BAIÃO, N.C. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.3, p.712-720, 2011.

GARCIA, J. R. M. **Avanços na nutrição da poedeira moderna. Divisão Aves de Postura da Multimix** Nutrição Animal Ltda. 2004. Disponível em: Acesso em: 09 dezembro de 2020.

HOENDEROP, J. G. L.; NILIUS, B.; BINDELS, R. J. M. Calcium absorption across epithelia. **Physiological Reviews, New York**, n.35, p. 373-422, 2005.

JARDIM FILHO R. M.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M.; CUNHA, W.C.P.; NASCIMENTO, J.O. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre o desempenho e qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum**, v. 27, p.35-40, 2005.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Feeding programs for laying hens. In: Commercial poultry nutrition.** 3. ed., digitally repr ed. Guelph, Ontario: University Books. p. 398, 2008.

MAIORKA, A.; MACARI, M. **Absorção de minerais.** In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte. 2. Ed., 375 p.

MAZZUCO, H.; HENN, J. D.; JAENISCH, F. R. F.; et al. **Boas práticas na produção de ovos comerciais para poedeiras alojadas em gaiolas.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016 (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica, 60).

MCDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition.** San Diego: Academic Press, 1992.

MURATA, L. S.; ARIKI, J.; SANTANA, A. P. JARDIM FILHO, R. M. Níveis de cálcio e granulometria do calcário sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais. **Revista Biotemas**, 22(1): 103-110, 2009.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P. de; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica nutritime.** vol.9, n.6, p.2041–2049, Nov./Dez.2012. 02 Out. 2013.

PERSSON, K. **The effect of sodium chloride on eggshell quality in laying hens** – A Review. Department of Anatomy, Physiology and Biochemistry, Uppsala, 2009. Disponível em: . Acesso em: 9 abri. 2022.

PINTO, S.; BARROS, C. S.; SLOMP, M. N.; LÁZZARO, R.; COSTA, L. F.; BRUNO, L. D. G. **Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura**. Mestrado em Ciências Veterinárias. Universidade Federal do Paraná, 2019.

POTTER, L. M. Bioavailability of phosphorus from various phosphates based on body weights and toe ash measurements. **Poultry Science**, v. 67, p. 96 – 102, 1988.

RATH, N.C.; HUFF, G.R.; HUFF, W.E.; et al. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poult. Sci.** v.79, p.1024–32, 2000.

RODRIGUES, E. A.; JUNQUEIRA, O. M.; VALÉRIO, M.; ANDREOTTI, M. O.; CANCHERINI, L. C.; FARIA, D. E.; FILARDI, R. S. Níveis de cálcio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 27, n.1, p. 49-54, 2005.

ROSTAGNO H.S., ALBINO L.F.T., DONZELE J.L., GOMES P.C., OLIVEIRA R.F.M., LOPES D.C., FERREIRA A.S.E., BARRETO S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª ed. UFV-DZO, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017. p.186.

RUTZ F.; ROLL, V. F. B.; XAVIER, E. G. **Manejo de luz para frangos de corte e reprodutoras**. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 18., Campinas. Anais... Campinas, 2000. v.1, p.211-240. 2000.

SALDANHA, et al. Effect of organic mineral supplementation on the egg quality of semi- heavy layers in their second cycle of lay. **Braz. J. Poult. Sci.**, v.11, p.215-222, 2009.

SAS INSTITUTE INC. **System for Microsoft Windows**, Release 9.4, Cary, NC, USA, 2002-2012. (cd-rom).

SCHMIDT, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P. Efeito da seleção no primeiro ciclo de postura para produção de ovos sobre o desempenho no segundo ciclo. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 225-229, 2004.

SECHINATO, A. S. et al. Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 159-166, 2006.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise dos Alimentos: Métodos químicos e biológicos**, 3ªedição, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004.

SILVA, Eliane A. da. **Níveis de cálcio e relações cálcio: fósforo em rações para galinhas poedeiras leves**. Tese Doutorado em Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 2014.

SOUSA, L.C.F.S.; SOUSA, J.S.; BORGES, M.G.B.; MACHADO, A.V.; SILVA, M.J.S.; FERREIRA, R.T.F.V.; SALGADO, A.B. Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.1, p.19-27, 2017.

SUGIYAMA, T.; KIKUCHI, H.; HIYAMA, S. et al. Expression and localization of calbindin D28K in all intestinal segments of laying hen. **British Poultry Science**, v.48, n.2, p.233-238, 2007.

VARGAS, J. G. JR.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C.; CUPERTINO, E. S., CARVALHO, D. C. O., NASCIMENTO, A. H. Níveis nutricionais de Cálcio e Fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 0 a 6 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.32, n.6, p.1919-1926, 2004.

VAZ Diego Pereira. **Efeito do cálcio e fósforo disponível na dieta sobre o desempenho produtivo, qualidade óssea e da casca de ovos de galinhas poedeiras por meio de meta-análises**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

VEIGA J.B., CARDOSO E.C. 2005. **Criação de gado leiteiro na zona bragantina** Versão Eletrônica. 11 fev. 2008.

VELLASCO, C. R. **Níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 2010.


VELLASCO, C. R.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; CALDERANO, A. A.; et al. Níveis de cálcio e relação cálcio: fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. **Ciênc. anim. bras.**, Goiânia, v.17, n.2, p. 206-216 abr./jun. 2016.

WHINTEHEAD, C. C. Overview of bone biology in the egg-laying hen. **Poultry Science**. 72, p. 193-199. 2010.

WIDEMAN JR., R. Renal regulation of avian calcium and phosphorus metabolism. **Journal of Nutrition**, v.117, p.808-815, 1987.

WILSON, H.R.; MILLER, E.R.; HARMS, R.H et al. Hatchability of chicken eggs by dietary phosphorus and calcium. **Poultry Science**, v.59, p.1284-1289, 1980.


ANEXO A – COMPROVANTE DO CEUA

	Certificado*	ETICA 1/1
---	--------------	--------------

*Em concordância com a Orientação Técnica CONCEA no 8, de 18 de março de 2016 (Anexo I)

Certificamos que a proposta intitulada **“Otimização no uso de cálcio, fósforo e vitamina D na nutrição de poedeiras”**, registrada com o nº **017/2016**, sob a responsabilidade de **Fernando Tavernari** – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO(A) Empresa Suínos e Aves, em reunião de **09/12/2016**.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência da Autorização	01/06/2017 – 31/05/2019
Espécie/linhagem/raça	Gallus gallus/ Poedeiras
Nº de animais	2600
Peso/Idade	1250g/18 dias
Sexo	Fêmeas
Origem	Incubatório comercial



Presidente CEUA/CNPISA